생활과학석사학위논문

과제 난이도와 친숙도에 따른 2, 4세 유아의 비상징적 연산능력

2013년 2월

서울대학교 대학원

아동가족학과

조 우 미

과제 난이도와 친숙도에 따른
2, 4세 유아의 비상징적 연산능력

지도교수 이 순 형

이 논문을 생활과학석사 학위논문으로 제출함
2012년 **12**월

서울대학교 대학원
아동가족학과 아동학 전공
조 우 미

조우미의 석사 학위논문을 인준함
200 년 월

위 원 장 ______________________ (인)

부위원장 ______________________ (인)

위 원 ______________________ (인)

국 문 초 록

이 연구는 유아의 비상징적 연산능력이 연령과 과제 난이도, 과제 친숙도에 따라 어떠한 차이가 있는지 밝히고, 비상징적 연산유형 간의 관계를 규명하는 것을 목적으로 정했다.

이러한 연구 목적에 따라 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

【연구문제1】 유아의 비상징적 연산능력은 유아의 연령(2, 4세)과 성별에 따라 유의한 차이가 있는가?

【연구문제2】 연산유형별 유아의 비상징적 연산능력은 유아의 연령(2, 4세)과 난이도 수준(난이도 낮음-1:2, 난이도 중간-2:3, 난이도 높음-4:5)에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔2-1〕 비교 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 난이도 수준에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔2-2〕 덧셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 난이도 수준에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔2-3〕 뺄셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 난이도 수준에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔2-4〕 곱셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 난이도 수준에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔2-5〕 나눗셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 난이도 수준에 따라 유의한 차이가 있는가?

【연구문제3】 연산유형별 유아의 비상징적 연산능력은 유아의 연령(2, 4세)과 과제 친숙도(비친숙한 과제, 친숙한 과제)에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔3-1〕 비교 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 과제 친숙도에 따라 유의한 차이가 있는가?

[3-2] 덧셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 과제 친숙도에 따라 유의한 차이가 있는가?
[3-3] 뺄셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 과제 친숙도에 따라 유의한 차이가 있는가?
[3-4] 곱셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 과제 친숙도에 따라 유의한 차이가 있는가?
[3-5] 나눗셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 과제 친숙도에 따라 유의한 차이가 있는가?

【연구문제4】 유아의 비상징적 연산능력은 연산유형 간에 유의한 상관관계가 있는가?

이상의 연구문제를 검증하기 위해 서울 동작구, 구로구, 관악구에 소재하는 어린이집 5곳에서 2, 4세 유아 91명을 연구대상으로 선정하여 유아의 비상징적 연산과제의 수행 능력을 측정하였다. 비상징적 연산과제는 비친숙한 과제와 친숙한 과제로 구성되며 각각의 과제는 비교과제, 덧셈과제, 뺄셈과제, 곱셈과제, 나눗셈과제로 이루어져있다. 또한 각각의 연산유형은 낮은 난이도(1:2), 중간 난이도(2:3), 높은 난이도(4:5)의 문제로 구성되어 있다. 수집된 자료는 SPSS 프로그램을 통하여 분석되었으며, 통계방법으로는 평균, 표준편차, 독립표본 t 검정, 상관표본 t 검정, 반복측정변량분석(repeated measures ANOVA), 이원분산분석(two-way ANOVA), Pearson의 적률상관계수가 이용되었다.

연구의 주요결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 2, 4세 유아는 상징적인 수 학습 이전에 큰 수 범위의 비상징적 연산과제를 수행할 수 있다. 이는 상징적인 수 학습 이전에도 수에 대한 능력을 보유하고 있음을 의미한다.

둘째, 비상징적 연산과제에서 유아의 비상징적 연산능력은 연령에 따라 다르다. 4세 유아는 2세 유아보다 비상징적 연산능력이 상대적으로 높다.

셋째, 비상징적 연산과제에서 유아의 비상징적 연산능력은 연산유형에 따라 다르다. 이 연구에서 2, 4세 유아는 다섯가지 연산유형에서 비교과제를 가장 잘 수행하였으며, 다음으로 덧셈과제, 뺄셈과제, 곱셈과제를 유사하게 수행하였으며, 나눗셈 과제를 가장 잘 수행하지 못했다.

넷째, 비상징적 연산과제에서 유아의 비상징적 연산능력은 큰 수 표상능력에서 보이는 비율제한 특징을 나타낸다. 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 과제에서 나타나는 비율제한 특징은 유아가 선천적으로 가지고 있는 큰 수 범위의 표상능력이 연산기제에 반영될 수 있다는 것을 나타낸다.

다섯째, 비상징적 연산과제에서 2세와 4세 유아는 비상징적 연산과제에서 비친숙한 과제를 수행했을 때보다 친숙한 과제를 더 잘 수행하였다. 이는 유아가 수와 관련된 정보를 처리할 때 과제의 상황이나 제시된 자극의 친숙도에 의해 영향을 받는다는 사실을 의미한다. 또한 연령이 낮은 유아일수록 과제 수행에 있어서 과제의 상황이나 자료의 특성에 더 큰 영향을 받았다.

여섯째, 비상징적 연산유형 간에 유의한 상관관계가 있다. 특히 비교과제 수행능력과 다른 연산과제 수행능력과의 상관관계가 가장 높게 나타났다. 또한 덧셈과제 수행능력과 뺄셈과제 수행능력 간에 높은 상관관계가 나타났다.

이 연구는 2, 4세 유아가 비상징적 연산능력을 가지고 있음을 확인하였으며, 유아의 비상징적 연산능력은 큰 수 표상능력이 나타내는 특징을 보인다는 것을 확인하였다. 또한 유아에게 친숙한 과제를 제시하였을 때 비상징적 연산능력이 높아진다는 것을 밝혀서 유아의 비상징적 연산능력을 향상시킬 수 있는 과제의 특성을 확인하였다.

주요어 : 비상징적 연산능력, 수 표상능력의 발달, 과제 난이도, 과제 친숙도
학 번 : 2010-21620

목 차

표 목 차

그 림 목 차

부 록 목 차

Ⅰ. 문제제기

많은 연구자들은 수를 추론하는 능력이 학령 전기 후반에 나타난다고 믿어왔다. 이는 상징적인 수 단어를 통한 수세기 능력(counting), 연산능력(calculation)과 같은 관습적인 수 관련 기술(conventional number skills)이 학령 전기 이전에는 나타나지 않기 때문이다. 특히 전조작기 유아를 대상으로 한 Piaget의 '수보존 과제 수행 실험'이 실패하면서 학령 전기 유아는 형식적인 수학 학습을 하기 전에 수의 개념적 이해에 필요한 수학적 지식이 부족하다고 생각했다(Piaget, 1965).

그러나 Gelman과 Gallistel(1986)가 Piaget의 주장에 도전하며『아동의 수 이해(The child's understanding of number)』라는 책을 출간한 이후로 많은 연구자들이 전조작기 유아가 가지고 있는 수 능력을 입증하고자 했다. 형식적인 수학 교육을 받기 전에 유아가 가지고 있는 수 능력을 살펴보기 위해 수량 과제(quantitative task)를 실시하였으며, 이러한 실험을 통해 인간이 수에 대한 본능적인 감각(number sense)을 가지고 태어날 뿐만 아니라 수와 같은 추상적 개념에 대해 뛰어난 민감성을 가지고 있다는 것을 보여주었다(Geary, 1994). 이러한 연구들은 Piaget의 연구에서보다 더 이른 시기에 수 과제를 수행할 수 있다는 것을 보여주는 것이었다.

이처럼 수 능력의 발달에 관한 연구는 주로 전조작기 유아가 가지고 있는 수 능력의 한계에 관한 연구와 영아가 선천적으로 가지고 있는 수에 대한 민감성을 밝히려는 연구로 이루어져 왔다(Mix, Huttenlocher, & Levine, 2002). 유아의 수 능력의 발달에 관한 연구는 초기에 유아가 3 이하의 작은 수를 변별할 수 있는지, 서열 관계를 이해하는지, 수의 변형(예: 덧셈, 뺄셈 등)의 결과를 이해하는지에 관해 이루어졌다. 이러한 연

구들을 통해 유아가 3 이하의 작은 수가 가지고 있는 특성에 대해 인지하고 이 범위의 수에 대한 정보를 처리할 수 있다는 것이 밝혀졌다.

이후에 2와 3을 구별하는 영아가 4와 6은 구별하지 못하지만 4와 8을 구별하는 것을 관찰하고 연구자들은 3 이하의 작은 수를 표상할 때와는 다른 기제로 작동하는 4 이상의 큰 수 표상 능력에 대해 연구하기 시작했다(Lipton & Spelke, 2004). 작은 수 표상과 마찬가지로 4 이상의 큰 수에 대한 변별능력, 서열관계, 수의 변형에 대한 이해를 중심으로 연구가 진행되었다. 이에 따라 작은 수를 표상하는 체계와 큰 수를 표상하는 체계는 구별된다고 주장했다(Crollen, Castronovo, & Seron, 2011). 작은 수 표상 능력과 큰 수 표상 능력이 가지고 있는 다른 특성은 작은 수 표상능력은 정확한 수를 근거로 하지만 큰 수 표상 능력은 추정치를 근거로 하며 비교되는 수 간의 비율제한(ratio limit) 특징을 보인다(Mix, Huttenlocher, & Levine, 1996). 또한 6개월 영아는 비율이 1:2 인 두 수를, 9개월 영아는 비율이 1:1.5 인 두 수를 구별할 수 있으며 성인의 경우 비율이 1:1.15 인 두 수를 구별할 수 있다는 점 등이 밝혀졌다(Barth, Kanwisher, & Spelke, 2003; Cordes, Gelman, Gallistel, & Whalen, 2001).

유아가 가지고 있는 이러한 수 표상 능력은 연산에 대한 직관적인 이해를 포함하고 있다(Jordan, Huttenlocher, & Levine, 1994). 따라서 연구자들은 유아에 대한 단순 연산 과제를 통해 학령 전기 유아가 수 표상 능력을 선천적으로 갖는지를 밝히고자 했다. 이에 3 이하의 작은 수 범위의 연산과제를 실시하여 유아가 형식적인 수학교육을 받기 전에 연산에 대한 기초적인 능력을 가지고 있다는 것을 밝혀냈다(Ginsburg, 1982; Starkey, 1992; Wynn, 1992a). 그러나 작은 수 범위의 연산과제는 학령 전기의 유아라 할지라도 언어적 수세기를 활용하여 과제를 해결할 수 있

다는 문제가 있다. 따라서 연산과 같은 수 표상 능력이 상징적인 수 능력의 발달 이전에 존재한다는 주장을 지지하기 위해서는 작은 수 범위와 달리 언어적인 과정이 개입되기 어려운 큰 수에 대한 추정(approximate) 연산수행이 가능한지 살펴보아야 한다. 그러나 큰 수 범위의 비상징적 연산능력에 대해서는 주로 5세 이상의 아동을 대상으로 연구(Barth, La Mont, Lipton, & Spelke, 2005; Barth, Beckman & Spelke, 2008)가 이루어졌고 그보다 어린 연령을 대상으로 한 연구는 몇 편 되지 않는다는 점에서 연구 결과를 일반화하는데 어려움이 있다. 즉, 5세 유아의 경우 비상징적 연산과제의 수행에서 수 활동을 통해 습득한 상징적인 과정이 개입될 가능성이 있으므로 그보다 더 어린 연령의 유아를 대상으로 비상징적 연산과제를 실시할 필요가 있다. 또한 기존 연구결과에서 볼 수 있듯이 유아의 수 표상 능력이 연산능력을 포함하고 있다면(Jordan et al, 1994), 유아의 큰 수 표상능력의 특성이 비상징적 연산능력에도 나타날 것이다. 유아의 큰 수 표상능력은 비율제한이라는 특징을 가진다(Mix et al, 1996). 따라서 이러한 특징이 비상징적 연산능력에 나타나는지에 대해 확인할 필요가 있다.

한편 신Piaget학파의 연구자들은 과제에 사용된 자료가 친숙할수록 과제 수행능력이 높아졌으며, 과제의 상황과 조건에 따라 과제의 수행시기는 차이가 있다고 한다(Gelman, 2000; Ginsberg & Golbeck, 2004). 수세기 능력을 살펴본 연구에서 자료가 친숙할수록 수세기 수행능력이 더 높게 나타났으며(Shipley & Shepperson, 1990), 수학문제를 해결하는데 있어서 과제 상황이 친숙할수록 수행능력이 더 높게 나타났다. Piaget의 수보존 과제를 과제의 상황과 자료를 친숙하게 재설계하여 제시한 경우, Piaget와 달리 전조작기 유아도 수 보존 과제를 수행할 수 있는 것으로 나타났다(Mehler & Bever, 1967). 따라서 비상징적 연산능

력의 양상을 살펴볼 때 과제의 친숙도를 다르게 하여 과제에 따라 어떠한 차이가 나타나는지 살펴보고자 한다.

이 연구에서는 2, 4세 유아의 비상징적 연산능력의 발달 양상을 검토하고 유아가 비상징적 연산과제를 수행할 때 두 수의 비율에 따라 수행에 차이를 보이는지 살펴보고자 한다. 또한 비상징적 연산과제를 수행할 때 과제의 친숙도에 따라 유아의 비상징적 연산능력에 차이를 보이는지도 함께 검토해보고자 한다. 이러한 연구결과는 유아교육현장에서 수학교육 활동을 구성할 때에 유아의 수학적 지식의 획득을 위한 기초자료를 제공하고 유아기 수 인지발달을 촉진하기 위해서 보다 효과적인 교육활동을 구성하는데 있어 의미 있는 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Ⅱ. 이론적 배경 및 선행연구 고찰

이 연구의 구체적인 연구문제를 도출하기 위해서 유아의 인지발달과 수개념 발달에 관한 이론적 접근 및 관련 연구를 살펴보고, 유아의 수표상 능력과 비상징적 연산능력의 발달에 따른 선행 연구 결과를 고찰하고자 한다.

1. 유아의 수학적 사고의 발달

발달심리학자들은 인지발달 영역 중 수학적 사고에 대해 많은 관심을 가져왔다(Sophian, 2007). 수학적인 영역이 다른 인지발달 영역과 어떠한 관계에 있는지에 관한 논의는 Piaget의 연구에서부터 시작한다. Piaget(1965)는 수학적인 사고의 발달을 설명하기 위해 논리수학적 지식(logico-mathematical knowledge)이라는 용어를 사용했으며 논리수학적 지식의 획득이 수학적 사고의 발달에 선행한다고 보았다. 논리수학적 지식은 보존(conservation), 유목포함(class inclusion), 서열화(seriation), 전이(transitivity), 공간조망능력(spatial perspective-taking)을 포함하는 개념으로, 이 개념은 구체적 조작기에 형성된다고 했다. 따라서 전조작기 유아는 논리수학적 지식이 획득되기 전인 수학적 사고가 형성되기 전이므로 수학과 관련된 교육을 받거나 수 과제를 수행하기에는 인지적으로 제약이 있다고 주장했다. 이러한 Piaget의 주장은 아동의 인지구조가 영역에 관계없이 연령에 따라 일정한 단계를 거쳐 발달한다는 영역일반론(domain-general)으로 설명할 수 있다. 즉, 영역일반론은 모든 영역에서 사고의 구조와 과정이 단계적으로 통합되면서 발달한다는 것이다

(Flavell, 1986; Piaget, 1985). 이 이론에 따르면 지식은 사고의 구조에 따라 생겨난 결과물이기 때문에 지식의 영역에 따라 발달의 수준이 달라지지 않으며, 영역에 관계없이 동일할 것으로 보았다(박선미·이현진·김혜리·양혜영·변은희·김경아·김영숙, 2005). 영역일반론에 따르면 수학적 지식의 발달은 다른 영역의 인지발달과 연결된다. 수학적 사고의 발달에 있어 영역일반론의 입장은 수 단어(number words)와 같은 언어의 획득이 수학적인 지식의 획득에 중요한 역할을 한다는 것과 수학적 사고의 발달에 연령과 관련된 인지적 제약이 있다는 의견에 의해 뒷받침된다. 따라서 Piaget의 관점에 따르면 아동의 수학과제의 수행은 논리수학적 사고와 관련된 개념을 배울 수 있는 연령과 발달단계가 고려되어야 한다.

이와 같은 주장은 지식의 영역에 따라 인지구조가 독립적으로 발달한다는 영역특정론(domain-specific)에 의해 도전을 받게 되었다(Wellman & Gelman, 1992). 영역특정론은 유아의 인지발달을 촉진하는 특수 영역 요인이나 조건에 따라 다른 수준의 성취를 보인다는 것으로 유아가 현재 처한 발달영역에서 영역특정적 지식의 획득이 문제해결을 높인다(Carey, 1985a). Gelman(1991)은 유아가 수학적 지식을 획득함에 있어서 언어적 수세기와 다른 방식의 언어 이전 수세기 기제를 가지고 있다고 주장했는데, 이는 영역특정론적 입장에서 보면 언어적 수세기를 배우지 않은 유아도 수 과제를 해결할 수 있는 수학적 지식을 획득할 수 있다는 의미이다. 이는 다른 발달 영역과 독립된 수학적 지식을 활용하여 수를 처리하는 선천적인 인지 구조(Dehaene, 1997)에 대한 설명과 관계가 있다. 특히 Piaget의 수보존 과제에서 전조작기 유아가 과제를 해결하지 못한 이유는 수학적 사고를 획득하기 전 단계이기 때문이 아니라, 지각적인 특성에 지나치게 의존한 결과이며 일상생활에서 수의 비교와 관련된 활동

에 친숙하게 노출되지 않았기 때문이라는 비판이 제기되었다(Davydov, 1975b).

또한 정보처리적 접근에서는 서로 다른 연령에 속한 유아들은 정보를 처리하는 능력이 다르기 때문에 수학적 지식을 획득하는 능력의 차이가 나타날 수 있다고 보았다. 정보처리이론에서는 정보에 대한 기억의 한계와 과제에 대한 친숙성이 유아의 정보처리능력에 미치는 영향과 이에따른 유아의 인지발달 과정에 관심을 두고 있다. 수학 과제를 수행하기 위해 필요한 정보처리능력은 연령이 높아짐에 따라 향상된다. 또한 과제에 대한 친숙성이 유아의 정보처리능력을 증진시킬 수 있으며(Siegler, 1991; Price, 1989; Case, Kurland, & Goldberg, 1982), 과제가 속한 영역이나 과제를 수행하는 사회적 상황 또는 과제의 특성에 따라 유아의 수행수준이 다르다는 것을 의미한다(Ginsberg et al, 2004; Gelman, 2000).

이상의 결과를 종합해볼 때, 유아의 수 능력에 대해 Piaget와 신 Piaget학파는 다른 주장을 하고 있다. 따라서 유아의 수 능력이 상징적 학습을 하기 전에 나타나는지, 상징적 학습을 한 후에 나타나는지(Piaget, 1965)에 대해 살펴볼 필요가 있다. 또한 유아의 수학적인 영역이 영역특정적 지식의 획득에 의해 설명될 수 있는지에 대해 살펴볼 필요가 있다.

2. 유아의 수 표상능력

Piaget는 수 보존 능력을 수 개념 형성의 전제 조건으로 보았다(Piaget, 1965). 따라서 Piaget(1965)는 수 보존 과제를 시행하여 유아의 수 능력을 측정하였다. 이 실험을 통해 수 보존 과제를 수행할 수 없는 전조작기 유아의 경우 수 개념이 형성되지 않았으므로 수와 관련된 과제

를 수행할 수 없다고 했다. 그러나 다른 연구에서 과제의 유형(Mehler et al, 1967)과 과제의 상황(McGarrigle & Donaldson, 1974)을 바꾸어 수 보존 과제를 시행하였을 때 전조작기 유아도 과제를 수행할 수 있음을 보여주었다. 이러한 실험 결과들은 전조작기 유아도 수에 대한 개념을 이해하고 있으며 과제에 따라 수와 관련된 과제를 수행할 수 있다는 것을 시사하고 있다. 이와 같은 견해를 바탕으로 유아의 수 표상 능력의 발달에 대한 연구결과와 이론적 입장에 대해 살펴보고자 한다.

유아의 수 표상 능력의 발달에 대한 이론적 쟁점을 살펴보기 위해서 고려해야할 세 가지 수 관련 능력이 있다(Cooper, 1984; Strauss & Curtis, 1984). 첫 번째 능력은 유아의 다수성(numerosity)에 대한 이해인데, 유아가 수적인 동등성을 이해하는 능력을 의미한다. 즉, 속성이 다른 집합체 간에 수적인 차이가 있다는 것을 인지하는 것이다. 두 번째 능력은 서수성(ordinality)에 대한 이해인데, 유아가 수의 관계에서 수적인 서열성을 이해하는 능력을 의미한다. 즉, 수의 차이가 있는 집합체 간의 순서관계를 인지하는 것이다. 세 번째 능력은 연산(arithmetic)과 관련된 개념인데, 유아가 수적인 변형(numerical transformation)의 결과를 이해하는 능력을 의미한다. 여기서는 세 가지 능력을 바탕으로 한 영유아의 수 표상 능력에 관한 선행 연구를 고찰해보려고 한다.

1) 유아의 수표상 능력의 발달

출생 시부터 선천적으로 지니고 있는 수에 대한 본능적인 감각을 수 감각이라고 한다. 영아가 이러한 수 감각을 지니고 있는지에 대해 습관화(habituation)절차를 사용하여 실험을 한 결과, 영아가 3 또는 4 이하의 작은 수에 대한 변별 능력을 지니고 있음이 밝혀졌다(Antell &

Keating, 1983, Starkey & Cooper, 1980). 또한, 영아의 수에 대한 민감성이 색깔이나 크기, 유형 등이 서로 다른 집합체들 간의 비교에서 나타나는지에 관한 연구에서도 영아가 다수성을 이해한다는 결과가 나타났다(Starkey, Spelke, & Gelman, 1990; Strauss & Curtis, 1981). 이러한 결과는 영아의 수에 대한 관념이 추상적임을 나타내는 것이다(Geary, 1994). 영아가 수의 관계적 특성을 이해하는지, 즉 한 집합체가 다른 집합체보다 많은지 적은지를 이해하는 능력이 있는지를 조사한 실험에서 16~18개월 된 영아가 3 이하의 작은 수에 대해 많고 적음을 이해하고 있음을 보여주었다(Cooper, 1984; Strauss et al., 1984). 다수성에 대한 민감성이 출생 시부터 나타나는 것(Antell et al, 1983)과 달리 서수적 관계에 대한 민감성은 생후 16개월경에 나타나는 것으로 보이며(Cooper, 1984), 이 때의 능력은 3 이하의 작은 수로 구성된 집합체에 제한된다. Wynn(1992a)은 불가능한 연산 결과와 가능한 연산 결과에 대한 영아의 반응을 살펴본 실험에서 영아가 수의 변형에 대한 결과를 이해하고 있음을 보고하였다.

이와 같은 영아의 수 능력에 대해 영아가 개별적인 수가 아닌 전반적인 양에 근거하여 수를 표상한다는 관점이 제기되었다(Clearfield & Mix, 1999; Feigenson & Spelke, 1998). 즉, 영아가 개별적인 수에 근거하여 수를 변별하는 것이 아니라 수 과제에서 동반되는 수와 관련이 없는 연속변수에 의해 수 과제를 수행한다는 것인데, 이러한 관점은 영아가 실제로 수 능력을 갖는지에 대한 의문을 제기하였다. 이에 대해 영아가 연속변수가 아닌 개별적인 수에 근거하여 수 과제를 수행한다는 연구결과가 있다(Brannon, Abbott, & Lutz, 2004). 또한 영아가 연속변수에 근거하여 수 과제를 수행했지만 이는 수 능력이 없어서가 아니라 연속변수를 배제할 수 없는 주의력의 한계 때문이라는 연구결과도 있다

(Hurewitz, Gelman, & Schnitzel, 2006). 이보다 연령이 높은 유아의 다수성 이해에 관한 실험에서는 2세 6개월 된 유아가 전반적인 양이 아닌 개별적인 수에 근거하여 수를 변별하였으며(Jordan et al, 1994; Mix et al., 2002), 연령이 증가함에 따라 변별할 수 있는 수의 범위가 커지는 것으로 나타났다. 또한, 4세 6개월경이 되면 이질적인 요소가 포함된 집합체의 수를 변별할 수 있다(Mix et al., 1996). 그리고 개별적인 수에 기초한 서열관계에 대한 반응은 다수성에 대한 인지를 하는 시기와 유사하게 2세~3세경에 나타난다(Bullok & Gelman, 1977). 이와 같이 영아가 가지고 있는 전반적인 양에 근거한 수 표상 능력은 연령이 높아짐에 따라 개별적인 수에 근거한 수 표상 능력으로 발달된다. 나아가 영아기에 연산과 같은 수의 변형에 대한 인지능력은 2세 6개월경에 작은 수에 대해 정확한 답을 할 수 있는 수준이 되며, 이는 학령기동안 발달이 지속된다(Mix et al., 2002).

이상의 결과를 종합해볼 때 3 이하의 작은 수에 대한 다수성, 서열성, 수의 변형에 대한 민감성은 영아기에 나타난다고 할 수 있다. 또한 이러한 민감성을 바탕으로 개별 수에 기초한 다수성, 서열성, 수의 변형에 대한 능력은 2세 6개월경에 나타난다. 따라서 개별 수에 근거한 정확한 표상능력은 영아기에 나타나는 전반적인 수에 대한 민감성을 바탕으로 하고 있다고 볼 수 있다. 이 시기는 다양한 상징적 활동이 출현하는 시기와 일치하며 이러한 능력의 동시성은 유아기의 수개념 발달이 2세에서 3세에 나타나는 다른 상징적인 과정의 발달과 연결된다는 것을 의미한다(Mix et al, 2002).

Starkey와 Cooper(1980)는 0세 영아가 2와 3은 변별할 수 있었으나 4와 6은 변별할 수 없었다는 실험결과를 발표하면서 영아의 수 능력은 3 이하의 작은 수에 제한된다고 했다. 그러나 이후에 4와 8을 변별할 수

있다는 연구를 통해 영아에게 3 이하의 작은 수를 구별할 수 있는 능력과 함께 다른 기제로 작동하는 4 이상의 큰 수를 표상할 수 있는 기제가 있음을 밝혔다(Brannon et al., 2004; Lipton & Spelke, 2003; Wood & Spelke, 2005; Xu, 2003). Xu와 Spelke(2000)는 배열된 점의 수를 변경했을 때 해당 유아가 다시 주의를 기울이는지로 수의 변별능력을 알아보는 습관화 절차를 사용하여 6개월 된 영아가 8과 12는 변별할 수 없지만, 8과 16은 변별할 수 있다는 것을 밝혔다. 큰 수를 표상하는 능력은 3 이하의 작은 수 표상처럼 정확하지 않으며, 비교할 수 있는 수의 비율은 연령에 따라 제한적이다. 또한 연령이 높아짐에 따라 수 표상이 점점 더 정교해지며(Wood et al., 2005), 비교할 수 있는 수의 비율은 1에 가까워진다. 큰 수 표상 능력은 다른 자극 간의 수의 비교에서도 나타나는데(Lipton et al, 2004; Xu, 2003), 이는 영아의 큰 수 표상 능력이 추상적임을 나타내다. 또한 큰 범위의 수에 대한 추정적 수표상은 언어 의존적인 정확한 수표상 능력과 다르게 언어와 독립적인 특성을 가지고 있다(Spelke, 2000; Spelke & Tsivkin, 2001).

이상의 결과를 종합해볼 때, 유아는 수의 범위에 따라 서로 다른 수 표상 체계를 가지고 있으며, 이를 바탕으로 수에 대한 다수성, 서열성, 연산에 대한 이해를 한다고 볼 수 있다. 유아의 수 능력에 대한 연구들이 연속변수를 통제하지 않았다는 설계상의 오류를 근거로 도전을 받았지만 이후에 많은 연구들을 통해 유아가 가지고 있는 수 능력을 증명하게 되었다.

2) 유아의 수 표상 능력의 발달기제

유아가 가지고 있는 수 표상 능력에 대한 연구는 수를 표상하는 기제

에 대한 연구로 확대되었다. 9개월 된 영아가 4와 6은 구별했지만 2와 3을 구별하지 못했다는 실험결과(Lipton et al, 2004)에 대해서 학자마다 논란이 있지만 이는 3 이하의 작은 수를 표상하는 체계와 4 이상의 큰 수를 표상하는 체계가 다르다는 것을 의미한다(Butterworth, 1999; Carey, 2001; Feigenson, Dahaene, & Spelke, 2004; Xu, 2003). 작은 수를 표상하는 체계는 사물추적체계(object-tracking system)를 따른다(Carey & Klatt, 1999; Scholl, 2001; Trick & Pylyshyn, 1994). 이 모델에 따르면 유아가 수를 인지하면 개별 사물이 가지고 있는 특성을 표상하여 부호화한다. 따라서 큰 수를 표상할 때에는 개별 사물의 특성을 표상하는 것이 불가능하므로 약 3개 이하의 사물을 표상할 때 적용된다. 사물추적체계는 정확하고 빠르게 수를 처리하는 것이 가능하도록 해주며 수를 비교할 때 수와 수의 비율보다는 수의 절대적인 크기가 표상능력에 영향을 준다.

반면에 큰 수를 표상하는 기제는 축적기 모델(accumulator model)로 설명된다(Gallistel & Gelman, 1992; Meck & Church, 1983). 쥐의 수 표상능력을 설명하기 위해 처음으로 고안된 이 모델은 이후에 영아의 수능력에 적용되었다. 수를 인식하면 스위치가 열리고 수에 대한 수세기가 시작된다. 수를 모두 세면 스위치는 닫히고 축적기에 있는 수가 표상된다. 이 때 수의 절대적인 크기에 제한은 없지만 수가 증가함에 따라 표상능력의 변동성이 커지므로 수를 추정하여 표상한다. 즉, 4 이상의 큰 수에 대한 표상능력은 수와 수 사이의 절대적인 차이보다 수와 수의 비율에 의해 결정된다는 것이다. 이때 수가 커질수록 오차가 커지는데 연구자들은 이러한 현상을 수의 변동 가능성(scalar variability)이 존재한다고 설명했다(Lipton et al., 2003). 유아의 큰 수에 대한 표상능력이 이러한 특성을 지니고 있기 때문에 수에 대한 인식이 추정적이고 부정확한 것이다. 이 모델에 따르면 덧셈은 두 축적기의 수를 세 번째 축적기에

넣으면서 수행될 수 있으며, 뺄셈은 한 축적기로부터 수를 제거한 후 수행될 수 있다(Vilette, 2002).

이상의 결과를 종합할 때 유아가 선천적으로 가지고 있는 수 표상 능력은 유아가 다루는 수의 범위에 따라 작은 수를 표상하는 체계와 큰 수를 표상하는 체계로 나뉘어져 수를 처리할 수 있도록 한다. 따라서 작은 수를 표상하는 체계가 가지고 있는 3 이하의 집합체에 대한 크기 제한(size limit) 특징은 작은 수의 다수성, 서열성, 연산에 대한 이해에 적용된다(Wynn, 1992). 이와 마찬가지로 큰 수를 표상하는 체계가 가지고 있는 비율제한 특징은 큰 수의 다수성, 서열성, 연산에 대한 이해에 적용된다.

3. 유아의 비상징적 연산능력

1) 유아의 비상징적 연산 능력의 발달

Piaget(1965)는 연산과제를 수행하기 위해서는 하나의 수가 더 작은 수들의 결합으로 이루어져 있다는 것에 대한 이해가 우선되어야 가능하다고 보았다. 따라서 이러한 이해가 부족한 전조작기 유아의 경우 연산과제를 수행할 수 없다고 했다. 그러나 이후에 많은 연구들이 연산에 대해 형식적인 교육을 받지 않은 영유아가 성인과 같이 시각적으로 제시된 두 집합체를 더하거나 뺄 수 있음을 보여주었다(Barth et al 2008; Ginsburg, 1982; McCrink, Dehaene, Lambertz, 2007). 학령기 이후 형식적인 수학학습을 받기 전에 유아가 가지고 있는 수 표상 능력이 연산기제에 적용된다는 것을 증명하기 위해 많은 연구가 이루어졌다(Barth, La Mont, Lipton, Dehaene, Kanwisher, & Spelke, 2004). 즉, 연산에 관한

지식이 학령기 이후에 형식적인 수학학습을 통해서 습득될 수 있는 지식이 아니라 유아기의 수에 대한 민감성이 연산 개념에도 적용된다는 의미이다. 또한 유아의 수 표상 능력이 학령기 이후에 형식적인 수학학습의 토대가 된다는 증거가 될 수 있다. 언어와 관련이 없는 수 감각을 담당하는 뇌에 손상을 받은 환자들이 상징적인 계산과제를 수행하지 못하며(Dehaene, Lambertz, & Cohen, 1998), 상징적인 수를 다루고 있는 과제를 수행할 때 비상징적인 수 표상 체계가 활성화된다는 연구 결과(Dehaene, Dupoux, & Mehler, 1990)가 선천적인 수 감각에 의한 수 표상 능력이 연산개념에 적용된다는 주장을 지지한다. 즉, 이 주장에 따르면 영유아가 가지고 있는 작은 수와 큰 수를 표상하는 체계가 연산 개념에 적용되는 것이다. 3 이하의 작은 수의 덧셈과 뺄셈은 정확하게 해결하고(Wynn, 1992), 4 이상의 큰 수의 덧셈과 뺄셈은 추정적으로 해결할 수 있다(Barth et al, 2008). 즉, 작은 수에 대한 덧셈과 뺄셈은 작은 수를 표상하는 체계를 따르며(Carey, 2004; Feigenson, Dehaene, & Spelke; Xu, 2003), 큰 수에 대한 덧셈과 뺄셈은 큰 수를 표상하는 체계를 따른다는 것을 의미한다(Gallistel & Gelman, 2000; Barth et al, 2004). 그러나 3 이하의 작은 수에 대한 덧셈과 뺄셈은 연산기제에 의한 것이라기보다는 물체의 수를 작업 기억 내에 저장하여 문제를 해결한 것으로 볼 수 있다는 비판도 제기된다(Carey, 2004; Feigenson et al, 2004; Hauser & Spelke, 2004; Xu, 2003).

따라서 선척적인 수 감각에 기초한 유아의 수 능력이 형식적인 수 교육을 받기 전에 존재한다는 것을 밝히기 위해서는 수세기와 같은 상징적인 과정이 배재된 상태에서 추정적인 수표상의 연산과제를 수행하는 것이 가능해야 한다. 즉, 수학학습을 받기 전인 유아기에 큰 수 범위에서 추정적인 연산과제 수행능력을 살펴볼 필요가 있는 것이다. 앞서 살펴보

았듯이 큰 수를 표상하는 과제에서 영유아의 큰 수 변별 능력은 비율 제한 특징을 지니는데 이러한 특징은 비상징적인 연산능력에도 적용될 수 있다. 따라서 연령이 높은 유아일수록 비상징적 연산과제에서 수행할 수 있는 비율 수준이 1에 가까워지며, 비율이 커질수록 유아의 비상징적 연산 수행능력은 감소한다(Izard & Dehaene, 2008). 또한 수표상 능력에서의 추상적인 특성은 비상징적인 덧셈과 뺄셈 수행에서도 나타난다(Barth et al, 2003; Barth et al., 2005).

유아기에 연산에 대한 이해는 덧셈, 뺄셈, 곱셈의 기초로서 동등한 크기의 반복적 더하기, 나눗셈의 기초로서 동등한 분배를 포함한다(나귀옥, 2002). 사물의 수를 낱개로 파악하는 것보다 똑같은 묶음을 더하는 과정은 곱셈의 이해에 기초가 되며, 사물의 수를 공평하게 나누는 과정은 나눗셈의 이해에 기초가 된다(Baroody, 1987). 따라서 비상징적 연산능력은 수의 추정치를 더하고 빼고 나누는 과정과 함께 똑같은 묶음을 반복적으로 더해 추정치를 파악하는 곱셈 과정을 포함하고 있다. 비상징적 연산능력을 다루고 있는 연구들은 주로 비교, 덧셈, 뺄셈 과제에서 나타난 수행능력을 비교하고 있다. 비상징적 덧셈과 뺄셈 능력을 비교한 실험에서는 덧셈 과제에서의 점수가 뺄셈 과제에서의 점수보다 높게 나타났다(Shinskey, Chan, Coleman, Moxom, & Yamamoto, 2009). 이와 관련하여 상징적인 연산에서 덧셈 과제 수행능력이 뺄셈 과제 수행능력보다 높게 나타나는 것에 대해 선천적으로 덧셈에 대한 이해가 뺄셈에 대한 이해보다 더 쉽다는 주장(Baroody, 1999)을 제기할 수 있다. 아동은 덧셈 관계를 이해한 후에 뺄셈 관계를 이해하게 되며 덧셈 과제에서의 수행능력이 뺄셈 과제에서의 수행능력보다 높다는 것이다(Canobi, 2005). 따라서 상징적인 연산과제에서와 마찬가지로 비상징적인 연산과제에서도 덧셈 능력이 뺄셈 능력보다 높게 나타날 수 있다. 또한 아동이 뺄셈에

비해 덧셈과 관련된 활동을 더 많이 하기 때문에 덧셈 과정에 대해 더 친숙하게 느낀다고 주장하기도 한다(Barrouillet, Mignon, & Thevenot, 2008).

한편, 연산유형 간의 관계에서 덧셈과 뺄셈이, 곱셈과 나눗셈이 수의 관계를 이해하는 방식이 유사하다(Sopian, 2007). 수의 관계를 이해하는 방식이 유아의 연산수행능력에 영향을 준다면 덧셈과 뺄셈능력이, 곱셈과 나눗셈 능력의 상관관계가 높을 것으로 예상할 수 있다. 또한 비상징적 연산능력에서 곱셈 능력은 동등한 크기의 반복적 더하기로 볼 수 있으므로 비상징적 연산능력에서 덧셈 능력과 곱셈 능력은 상관관계가 높을 것으로 보인다. 따라서 비상징적 연산능력에서 연산유형 간에 상관관계를 살펴볼 필요가 있다.

2) 과제 특성과 비상징적 연산능력의 발달

(1) 과제의 난이도

과제의 난이도란 과제의 쉽고 어려움에 대한 피험자의 지각과 관련된 요인으로 과제의 복잡성이나 규칙과 같이 과제의 특성을 근거로 하여 난이도 수준을 파악할 수 있다(Nicolls & Miller, 1983). 예를 들어, 피험자가 퍼즐의 조각 수가 많아지거나 블록의 크기가 작아짐에 따라 더 높은 수준의 능력이 필요하다는 것을 이해할 수 있다. 따라서 과제가 속한 영역에서 과제의 난이도를 다르게 제시하는 것은 피험자가 과제에 대해 쉽고 어려움을 지각할 수 있도록 할 수 있는 요인을 제시하는 것이다.

비상징적 연산과제에서는 비교하는 수의 비율에 따라 피험자가 과제의 난이도를 파악할 수 있다. Weber의 법칙[1)]은 수에 대한 변별 능력이

두 집합체 수의 비율에 의존한다는 것으로 4 이상의 큰 수를 표상하는 능력은 Weber의 법칙을 따른다(Barth et al, 2006). 4 이상의 수에 대한 유아의 수 감각이 수와 수 사이의 절대적인 차이보다는 비율에 의존적이라는 결과들이 보고되었다(Lipton et al., 2003; Xu et al, 2000). Weber의 법칙에서는 자극과 자극 차이의 비가 감각을 결정하는 중요한 요인이 되는 것이다. 6개월 된 영아는 비율이 1:2 인 두 수를 비교하는 과제를 수행할 수 있으나(Brannon et al., & Lutz, 2004, Lipton et al., 2003; Xu , Spelke, & Goddard, 2005; Wood et al., 2005), 비율이 2:3 인 두 수를 비교하는 과제는 수행할 수 없다(Xu et al., 2000). 9~10개월 된 영아는 비율이 2:3인 두 수를 비교하는 과제에서 성공하였으며, 성인의 경우에는 비율이 1:1.15인 두 수를 비교할 수 있다(Lipton et al., 2003). 이러한 결과는 연령이 높아짐에 따라 큰 수를 구별할 때 구별할 수 있는 두 수의 비율은 1에 가까워지며, 영아와 성인 간의 수 표상 능력의 격차는 발달하는 과정 중에 점차 줄어든다는 것을 의미한다(Barth et al., 2006). Weber의 법칙에 의한 유아의 수량 변별 능력은 수적인 변형, 즉 연산 과정 이후에도 나타나며 각 연령의 유아가 수행할 수 있는 비율에는 한계가 있다(Barth et al., 2005; Barth et al., 2008). 즉, 비상징적 연산 과제에서 유아의 수행능력은 유아에게 제시된 두 수의 비율에 따라 달라질 것이다. 따라서 이 연구에서는 비상징적 연산 과제에서 연령에 따라 유아가 수행할 수 있는 두 수의 비율은 어떠한지에 대해 구체적으로 살펴볼 필요가 있다.

---

1) Weber의 법칙은 $\triangle I/I = C$ 의 식으로 나타낼 수 있는데 $\triangle I$는 자극의 강도를 의미하며 C는 상수이다. 20kg을 들어 올리는 사람이 4kg의 무게가 더해졌을 때 이를 감지한다면 40kg의 무게를 들어 올리는 경우에는 8kg이 증가해야 변화를 감지할 수 있다는 것이다.

(2) 과제의 친숙도

과제의 유형, 제시방법, 특성 등에 따라 유아의 과제수행능력에 차이가 있으므로(Flavell, 1986; Flavell, Flavell & Green, 1989) 유아의 과제수행능력을 높일 수 있는 과제에 대한 연구가 필요하다. 유아의 수행능력에 영향을 주는 요인 중에 과제의 친숙도에 대해서는 경험유무, 과제상황에 대한 친숙도, 과제 유형에 대한 친숙도, 정보의 친숙도 등 연구마다 다르게 정의 내리고 있다. 수 보존 과제에서의 친숙성은 제시된 자료와 상황에 대한 친숙성이라 할 수 있으며(Mehler et al., 1967), 유아에게 친숙한 자료를 제시했을 때 수 보존 과제를 수행할 수 있는 것으로 나타났다. 물리적 인과추론능력 과제에서의 친숙성은 과제 유형에 대한 친숙성을 의미하며(O′connell & Gerard, 1985), 친숙한 과제에서 인과성 발달수준이 더 높게 나타났다. 또한 사건의 인과적 순서를 추론하는 과제에서의 친숙성이란 친숙한 주제를 다룬 사건을 의미하며, 친숙한 사건에 대한 표상능력이 더 높다(Nelson & Gruendel, 1981).

과제를 해결하는 능력은 과제가 주어졌을 때 문제를 어떤 방식으로 이해하는가 하는 문제 표상과 관련이 있으므로 유아에게 친숙한 자료로 과제를 제시하였을 때 그렇지 않은 경우보다 과제를 해결하는데 더 쉽다고 느낀다. 또한 제시된 자료의 친숙성은 문제해결과 관련이 있는 정보에 주의 집중하게 하고 나머지 정보를 통제하게 하여 과제를 해결하는 능력을 높인다(Schneider & Shiffrin, 1977). 즉, 제시된 자료를 처리하는 정보처리과정은 시각적인 주의에 영향을 받기 때문에 주의 집중에 도움을 주는 자료의 특성이 과제 수행능력에 영향을 준다. 수 보존 과제에서 제시되는 자료가 친숙한지에 따라 유아의 수행능력에 차이가 있으며, 자료의 친숙도가 과제의 내용을 이해하고 구성하는데 긍정적인 영향을 준

다(Mussen, 1983; Donaldson, 1979a).

이상의 내용을 종합해볼 때 과제의 친숙도에 따라 유아의 과제수행능력이 달라질 것을 예상할 수 있다. 따라서 유아의 비상징적 연산능력의 발달 양상이 과제의 친숙도에 따라 달라지는지, 또한 유아의 연령에 따라 과제의 친숙도가 비상징적 연산능력의 발달에 미치는 영향이 다르게 나타나는지도 살펴보고자 한다.

Ⅲ. 연구문제 및 용어의 정의

유아의 비상징적 연산능력에 관한 선행연구 고찰 결과를 근거로 하여 다음과 같이 구체적으로 연구문제를 설정하고, 관련변수를 조작적으로 정의하였다.

1. 연구문제

【연구문제1】 유아의 비상징적 연산능력은 유아의 연령(2, 4세)과 성별에 따라 유의한 차이가 있는가?

【연구문제2】 연산유형별 유아의 비상징적 연산능력은 유아의 연령(2, 4세)과 난이도 수준(난이도 낮음-1:2, 난이도 중간-2:3, 난이도 높음-4:5)에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔2-1〕 비교 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 난이도 수준에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔2-2〕 덧셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 난이도 수준에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔2-3〕 뺄셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 난이도 수준에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔2-4〕 곱셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 난이도 수준에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔2-5〕 나눗셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 난이도 수준에 따라 유의한 차이가 있는가?

【연구문제3】 연산유형별 유아의 비상징적 연산능력은 유아의 연령(2, 4세)과 과제 친숙도(비친숙한 과제, 친숙한 과제)에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔3-1〕 비교 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 과제 친숙도에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔3-2〕 덧셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 과제 친숙도에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔3-3〕 뺄셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 과제 친숙도에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔3-4〕 곱셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 과제 친숙도에 따라 유의한 차이가 있는가?

〔3-5〕 나눗셈 과제에서 비상징적 연산능력은 유아의 연령과 과제 친숙도에 따라 유의한 차이가 있는가?

【연구문제4】 유아의 비상징적 연산능력은 연산유형 간에 유의한 상관관계가 있는가?

2. 용어의 정의

관련 선행연구를 참고하여 비상징적 연산능력, 과제의 난이도, 과제의 친숙도를 다음과 같이 조작적으로 정의한다.

1) 비상징적 연산능력

비상징적 연산능력(nonsymbolic arithmetic capability)이란 수 단어를

비롯한 상징적인 수 기호가 포함되지 않은 물체의 수를 추정해 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈을 수행한 이후에 수의 변화를 인지하는 능력(Barthet al., 2006)을 의미한다. 이 연구에서 비상징적 연산능력은 물체의 수 비교, 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 수행능력으로 조작적으로 정의한다. 비교과제 수행능력은 시각적으로 제시되는 집합체의 수를 비교하여 서열관계를 인지하는 능력이다. 덧셈과제 수행능력은 시각적으로 제시되는 집합체의 수를 더하는 능력이다. 뺄셈과제 수행능력은 시각적으로 제시되는 집합체의 수를 빼는 능력이다. 곱셈과제 수행능력은 수가 다른 묶음의 집합체를 반복적으로 더하는 능력을 의미한다. 마지막으로 나눗셈과제 수행능력은 동일한 수를 수가 다른 집합체로 나누는 능력이다.

2) 과제의 난이도

이 연구에서 과제의 난이도는 객관적인 근거로 판단되는 어려움의 정도를 의미한다. 비상징적 연산능력에서 물체의 수 비교 시 나타나는 비율제한(ratio limit)적 특성이 있어(Barth et al., 2005) 비교되는 두 수의 비율이 1에 가까워질수록 높은 난이도의 과제를 뜻한다. 따라서 임의로 이 연구에서는 두 수의 비율이 1:2 인 경우 낮은 난이도의 과제로, 2:3 인 경우 중간 난이도의 과제로, 4:5 인 경우 높은 난이도의 과제로 조작적으로 정의한다.

3) 과제의 친숙도

과제의 친숙도는 경험 유무, 반복으로 인해 생기는 특정한 과제 유형에 대한 친숙도, 과제의 내용 또는 주제에 대한 친숙도 등을 모두 포함

한다(Mackey, Kanganas, & Oliver, 2007; Robinson, 2001a). 이러한 정의를 사용하여 이 연구에서 과제 친숙도는 제시 자극이 일상생활에서 자주 접할 수 있는 구체적인 경우를 친숙한 과제로, 제시 자극이 추상적인 기하학적 도형인 경우를 비친숙한 과제로 조작적으로 정의한다.

Ⅳ. 연구방법 및 절차

위의 연구 문제를 해결하기 위하여 이 연구는 다음과 같은 연구방법 및 절차로 이루어진다. 먼저 연구문제에 맞게 연구대상을 선정하고, 연구도구를 구성하여 아래와 같은 구체적인 연구절차에 따라 연구를 진행하며, 수집된 자료에 맞는 방법으로 분석했다.

1. 연구대상

이 연구에서는 연령과 과제 난이도 및 친숙도에 따른 2, 4세 유아의 비상징적 연산능력을 살펴보기 위해 서울 동작구, 구로구, 관악구에 소재하는 어린이집 5곳에서 2, 4세 유아 43명, 48씩 총 91명을 연구대상으로 임의 선정하였다.

연구대상 연령을 위와 같이 정한 이유는 비상징적 연산능력이 4 이상 큰 수의 서열관계에 대한 이해 능력을 바탕으로 하고 있기 때문에 개별수에 기초한 서열관계에 대한 인지가 가능한 연령을 연구대상으로 선정하게 되었다. 개별적인 수에 기초한 수량의 서열관계에 대한 이해 능력이 2세～3세 시기에 나타나며(Mix et al., 2002), 비교적 정확한 연산능력이 2세 6개월경에 나타나 학령기를 넘어서까지 발달을 계속한다(Jordan et al, 1994). 이러한 선행 연구의 근거를 바탕으로 예비조사를 실시하였고 개별적인 수에 기초한 수의 서열관계와 연산능력이 나타나는 중요한 시기인 2세와 4세 유아를 연구대상으로 정하였다. 또한 유아의 비상징적 연산능력은 반에서 이루어지는 수 관련 활동에 의한 친숙도 등에 의해 영향을 받을 수 있다는 것을 고려하여 월령이 아닌 반을 단위로 표집하

였다.

<표Ⅳ-1> 연구대상의 성별과 연령

구분		연령		계
		2세 (n=43)	4세 (n=48)	
성별	남아	22	25	47
	여아	21	23	44
계		43	48	91

<표Ⅳ-1>에 제시되어 있듯이 전체 연구대상은 총 91명이었으며, 그 중 남아가 47명, 여아가 44명이었다. 연구에 참여한 유아는 2세 유아 43명(남아 22명, 여아 21명; 평균월령 40.98개월), 4세 유아 48명(남아 25명, 여아 23명; 평균월령 63.35개월)이었다. [2)]

2) 조사 시점이 9월부터 10월인 하반기였기 때문에 2세반과 4세반 모두 월령의 범위가 통상적인 해당 연령의 월령과 다른 양상을 보였다.

<표Ⅳ-2> 연구대상 유아의 일반적 특성[3)]

변수	구분	빈도(%)		
		만2세(n=48)	만4세(n=50)	전체(n=98)
형제순위	첫째	25(52.1)	19(38.0)	44(44.9)
	둘째	13(27.1)	26(52.0)	39(39.8)
	셋째 이상	10(20.8)	5(10.0)	15(15.3)
형제수	외동	14(29.2)	8(16.0)	22(22.4)
	1명	14(29.2)	9(18.0)	23(23.5)
	2명 이상	20(41.7)	33(66.0)	53(54.1)
어린이집 재원기간	1개월~ 6개월 미만	6(12.5)	4(8.0)	10(10.2)
	6개월 ~ 1년 미만	12(25.0)	5(10.0)	17(17.3)
	1년 이상	30(62.5)	41(82.0)	71(72.4)
아버지 직업	전문기술직	13(27.1)	19(38.0)	32(32.7)
	사무관리직	9(18.8)	15(30.0)	24(24.5)
	판매서비스직	3(6.3)	2(4.0)	5(5.1)
	생산노동직	2(4.2)	3(6.0)	5(5.1)
	기타	21(43.8)	11(22.0)	32(32.6)
어머니 직업	전문기술직	4(8.3)	6(12.0)	10(10.2)
	사무관리직	15(31.3)	13(26.0)	28(28.6)
	판매서비스직	2(4.2)	6(12.0)	8(8.2)
	주부	10(20.8)	10(20.0)	20(20.4)
	기타	17(35.4)	15(30.0)	32(32.7)
아버지 교육수준	고졸 이하	6(12.5)	9(18.0)	15(15.3)
	전문대졸	11(22.9)	15(30.0)	26(26.5)
	대졸	16(33.3)	21(42.0)	37(37.8)
	대학원졸 이상	15(31.3)	5(10.0)	20(20.4)
어머니 교육수준	고졸 이하	7(14.6)	12(24.0)	19(19.4)
	전문대졸	15(31.3)	14(28.0)	29(29.6)
	대졸	16(33.3)	19(38.0)	35(35.7)
	대학원졸 이상	10(20.8)	5(10.0)	15(15.3)
월평균 소득	200만원 미만	2(4.2)	3(6.0)	5(5.1)
	200 ~ 300만원 미만	6(12.5)	15(30.0)	21(21.4)
	300 ~ 400만원 미만	14(29.2)	12(24.0)	26(26.5)
	400 ~ 500만원 미만	7(14.6)	8(16.0)	15(15.3)
	500만원 이상	19(39.6)	12(24.0)	31(31.6)

3) 설문지에 수학 관련 학습지 경험이 있는지에 대해 조사하였고, 학습지 경험이 없는 유아를 대상

연구대상 유아의 일반적 특성 가운데, 부모 직업 및 학력 분포를 구체적으로 살펴보면, 연구대상 유아의 형제순위는 첫째가 가장 많았고(44.9%), 그 다음으로 둘째(39.8%), 셋째 이상(15.3%) 순이었다. 형제 수는 2명 이상이 53명(54.1%)으로 가장 많았고, 그 다음으로 1명이 23명(23.5%), 외동이 22명(22.4%) 순이었다. 아버지의 직업은 전문기술직이 32명(32.7%)으로 가장 많았고, 그 다음으로 사무관리직이 24명(24.5%), 판매서비스직과 생산노동직이 각각 5명씩(5.1%) 순이었다. 어머니의 직업으로는 사무관리직이 28명(28.6%)으로 가장 많았고, 그 다음으로 주부가 20명(20.4%), 전문기술직이 10명(10.2%), 판매서비스직이 8명(8.2%)순이었다. 아버지의 학력은 대졸이 37명(37.8%)으로 가장 많았고, 그 다음으로 전문대졸이 26명(26.5%), 대학원졸 이상이 20명(20.4%), 고졸이하가 15명(15.3%) 순이었다. 어머니의 학력은 대졸이 35명(35.7%)으로 가장 많았고, 전문대졸이 29명(29.6%), 고졸이하가 19명(19.4%), 대학원졸 이상이 15명(15.3%) 순이었다. 월평균 소득은 500만원 이상이 31명(31.6%)으로 가장 많았고, 그 다음으로 300~400만원 미만이 26명(26.5%), 200~300만원 미만이 21명(21.4%), 400~500만원 미만이 15명(15.3%), 200만원 미만이 5명(5.1%) 순이었다.

2. 연구도구

유아의 비상징적 연산능력을 측정하기 위한 연구도구는 선행연구를 참고하여 연구자가 예비조사를 통해 제작하였다. Barth, La Mont, Lipton과 Spelke(2005)가 개발한 비상징적 연산과제(nonsymbolic arithmetic task)를 연구목적에 맞게 수정 및 보완하여 구성하였다.

으로 선정하였다.

Barth, La Mont, Lipton, Spelke(2005)가 개발한 비상징적 연산과제는 수 단어나 수와 관련된 상징적 기호가 포함되지 않은 물체의 수를 시각적인 자극으로 제시하여 비교, 덧셈, 뺄셈과 같은 연산과정을 통해 수가 변화한 것을 인지하고 수의 서열관계를 이해할 수 있는지 알아보기 위해 고안되었다. 또한 수를 제시할 때 수와 수의 비율을 1:2, 2:3, 4:5로 구성하여 5세 유아가 수의 비율에 따라 비상징적 연산과제를 수행할 수 있는지를 조사하였다. 과제가 비친숙할 때와 비교하여 친숙할 때 비상징적 연산능력이 달라지는지를 알아보기 위해 연구자가 선행연구에서 사용된 비상징적 연산과제 도구를 유아에게 친숙한 과제로 제작하였다.

유아에게 친숙한 과제를 선정하기 위해 Mehler와 Bever(1967)의 실험을 참고하여 친숙한 과제 상황을 먹는 상황으로 정했다. 또한 친숙한 그림을 선정하기 위해 어린이집 교사 5인과 아동학 전공자 5인에게 친숙한 그림을 선택하도록 하였다. 선택의 기준은 자유놀이 시간과 그림책에서 유아가 선호하는 그림을 기준으로 유아에게 친숙한 그림을 고르도록 하였는데 전공자 10인 중 8인이 일치하는 의견을 보인 그림을 최종 선택하였다. 선택된 그림은 비슷한 또래의 유아가 사과를 먹는 그림이었다. 유아의 동성선호도를 통제하기 위해 남아가 사과를 먹는 그림과 여아가 사과를 먹는 그림의 자료를 각각 제작하였다.

따라서 이 연구에서는 선행연구에서 사용된 비상징적 연산과제와 연구자가 제작한 친숙한 과제를 비상징적 연산과제로 실시하였다. 각각의 과제는 비교과제, 덧셈과제, 뺄셈과제, 곱셈과제, 나눗셈과제로 이루어져 있다. 또한 각각의 연산유형은 낮은 난이도(1:2), 중간 난이도(2:3), 높은 난이도(4:5)의 문제로 구성되어 있으며, 구체적인 절차는 <표Ⅳ-1>과 같다. 먼저 비친숙한 과제는 빨간색과 초록색 상자 안에 차례로 점이 들어가는 영상을 보여준다. 친숙한 과제는 빨간색 옷을 입은 사람과 초록색

옷을 입은 사람이 빨간색 사과와 초록색 사과를 차례로 먹는 영상을 보여준다. 이 후에 비친숙한 과제에서는 빨간색 상자 안에 점이 많은지, 초록색 상자 안에 점이 많은지를 질문하며, 친숙한 과제에서는 빨간색 옷을 입은 사람이 사과를 더 많이 먹었는지 초록색 옷을 입은 사람이 사과를 더 많이 먹었는지 질문을 한다.

<표Ⅳ-3> 비상징적 연산능력 과제 질문 및 점수의 예

과제친숙도 수준	연산유형	난이도 수준	질문내용	점수	합계
비친숙한 과제	비교과제	난이도 낮음(1:2) 난이도 중간(2:3) 난이도 높음(4:5)	빨간색 상자 안으로 점이 들어가요 초록색 상자 안으로 점이 들어가요 어느 상자에 점이 더 많이 들어 갔을까요?	2점 2점 2점	6점
	덧셈과제	난이도 낮음(1:2) 난이도 중간(2:3) 난이도 높음(4:5)	빨간색 상자 안으로 점이 들어가요 빨간색 상자 안으로 점이 또 들어가요 초록색 상자 안으로 점이 들어가요 어느 상자에 점이 더 많이 들어갔을까요?	2점 2점 2점	6점
	뺄셈과제	난이도 낮음(1:2) 난이도 중간(2:3) 난이도 높음(4:5)	빨간색 상자 안으로 점이 들어가요 빨간색 상자 안으로 들어갔던 점 중에 몇 개의 점이 빠져나가요 초록색 상자 안으로 점이 들어가요 어느 상자 안에 점이 더 많이 들어갔을까요?	2점 2점 2점	6점
	곱셈과제	난이도 낮음(1:2) 난이도 중간(2:3) 난이도 높음(4:5)	빨간색 상자 안으로 점이 여러 번 들어가요. 초록색 상자 안으로 점이 여러 번 들어가요. 어느 상자 안에 점이 더 많이 들어갔을까요?	2점 2점 2점	6점
	나눗셈과제	난이도 낮음(1:2) 난이도 중간(2:3) 난이도 높음(4:5)	똑같은 개수의 빨간색 점과 초록색 점이 있어요. 빨간색 점은 빨간색 상자 안에 똑같이 나누어 담고 초록색 점은 초록색 상자 안에 똑같이 나누어 담아요 어느 상자 안에 점이 더 많이 들어갔을까요?(빨간색 상자 한 개와 초록색 상자 한 개를 보여주며)	2점 2점 2점	6점
친숙한 과제	비교과제	난이도 낮음(1:2) 난이도 중간(2:3) 난이도 높음(4:5)	빨강이 친구가 빨간색 사과를 먹어요 초록이 친구가 초록색 사과를 먹어요 어떤 친구가 사과를 더 많이 먹었을까요	2점 2점 2점	6점
	덧셈과제	난이도 낮음(1:2) 난이도 중간(2:3) 난이도 높음(4:5)	빨강이 친구가 빨간색 사과를 먹어요 빨강이 친구가 빨간색 사과를 또 먹어요 초록이 친구가 초록색 사과를 먹어요 어떤 친구가 사과를 더 많이 먹었을까요	2점 2점 2점	6점
	뺄셈과제	난이도 낮음(1:2) 난이도 중간(2:3)	빨강이 친구가 빨간색 사과를 받았어요 빨강이 친구가 받은 사과 중에 몇 개를	2점 2점	6점

	난이도 높음(4:5)	남기고 다 먹었어요 초록이 친구가 초록색 사과를 먹었어요 어떤 친구가 사과를 더 많이 먹었을까요	2점	
곱셈과제	난이도 낮음(1:2) 난이도 중간(2:3) 난이도 높음(4:5)	빨강이 친구가 빨간색 사과를 여러 번 먹어요. 초록이 친구가 초록색 사과를 여러 번 먹어요. 어떤 친구가 사과를 더 많이 먹었을까요	2점 2점 2점	6점
나눗셈과제	난이도 낮음(1:2) 난이도 중간(2:3) 난이도 높음(4:5)	똑같은 개수의 빨간색 사과와 초록색 사과가 있어요 빨간색 사과는 빨강이 친구들이 똑같이 나누어 먹고 초록색 사과는 초록이 친구들이 똑같이 나누어 먹어요. 어떤 친구가 사과를 더 많이 먹었을까요?(빨강이 친구 한명과 초록이 친구 한명을 보여주며)	2점 2점 2점	6점

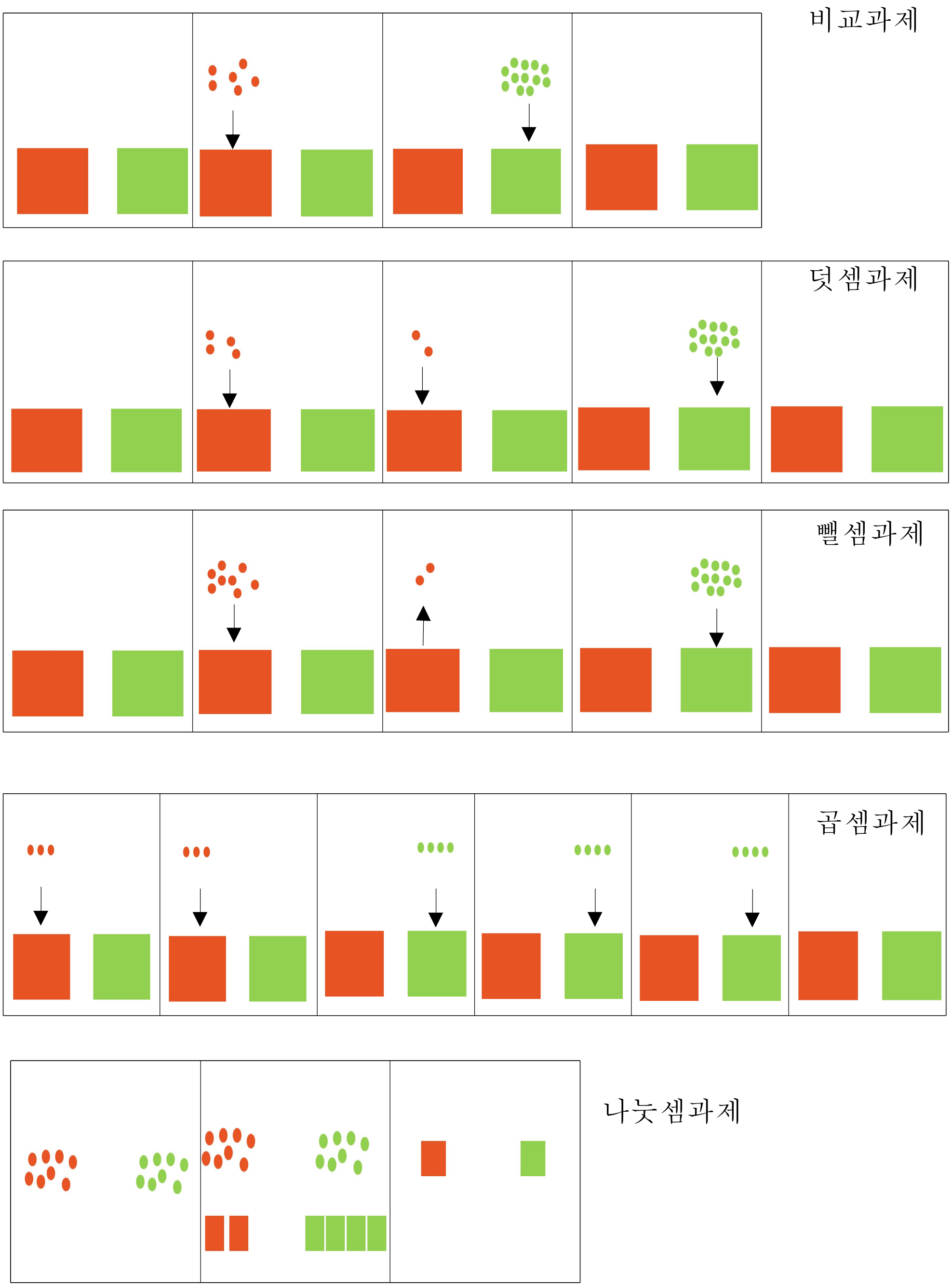
이 과제에서 연구자가 연구대상 유아에게 하는 질문은 <표Ⅳ-1>과 같다. 비상징적 연산능력의 비교과제, 덧셈과제, 뺄셈과제, 곱셈과제, 나눗셈과제는 각각 낮은 난이도(1:2) 과제 2문제, 중간 난이도(2:3) 과제 2문제, 높은 난이도(4:5) 과제 2문제씩 6문제로 구성되어 있으며 색깔 선호도 효과를 통제하기 위해 같은 문제의 색깔을 바꾸어(빨간색 → 초록색, 초록색 → 빨간색) 6문제를 다시 한 번 더 제시하였으므로 각각의 연산유형마다 12문제로 구성되어있다. 또한 위의 과제는 각각 상자와 점으로 구성되어 있는 비친숙한 그림과 사람과 사과로 구성되어 있는 친숙한 그림으로 제시하였다.

채점은 각각의 연산유형에서 같은 문제를 2번씩 제시하였으므로 2번의 문제를 모두 맞힌 경우 1점, 그렇지 않은 경우 0점에 해당한다. 과제별 총점은 비친숙한 과제와 친숙한 과제 모두 비교과제 6점, 덧셈과제 6점, 뺄셈과제 6점, 곱셈과제 6점, 나눗셈 과제 6점으로 각각 30점이었다.

이 연구에서 사용된 비상징적 연산과제의 내용과 제작방법의 자세한 내용은 다음과 같다.

1) 비친숙한 과제

비친숙한 과제는 빨간색 점과 초록색 점, 빨간색 상자와 초록색 상자로 구성되어 있다. 같은 색깔의 상자 안으로 들어가는 빨간색 점과 초록색 점의 크기는 지름이 1㎝인 원이고, 점이 들어가는 상자의 크기는 가로 9㎝, 세로 6.5㎝의 직사각형으로 빨간색과 초록색의 명도와 채도는 유사하게 조정하였다. 또한 비상징적 연산능력에 영향을 미칠 수 있는 점의 크기(dot size), 윤곽길이(contour length)를 동일하게 하였다. 첫 번째 화면에서 유아가 빨간색과 초록색을 알고 있는지에 대해 질문한 뒤 색깔에 대해 인지하지 못하면 손가락으로 가리키면서 설명하고 유아의 응답 역시 손가락으로 가리키도록 하였다. 두 번의 연습문제로 유아에게 실험절차를 설명해주고 이어서 6문제가 연속으로 제시되었다. 아래에서 설명하고 있는 과제는 색깔을 바꾸어 다음 실험 일에 다시 한 번 제시하였다.



<그림 Ⅳ-1> 비친숙한 과제-낮은 난이도(1:2) 예시

(1) 비교과제

유아의 비교수행능력을 살펴보기 위해 컴퓨터로 제작한 화면을 차례로 제시하였다[4]. 실험자는 유아에게 빨간색 상자와 초록색 상자가 있는 화면을 보여주고 잠시 후 게임이 시작되면 빨간색 상자 안으로 빨간색 점이 들어가고 초록색 상자 안으로 초록색 점이 들어갈 것이라고 설명해주었다. 그리고 나서 어느 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지에 대해 물어볼 것이라고 설명해주었다. 빨간색 상자와 초록색 상자가 있는 화면을 보여주고, 다음 화면에서 빨간색 점이 빨간색 상자 안으로 들어가고, 그 다음 화면에서 초록색 점이 초록색 상자 안으로 들어간다. 모든 점이 상자 안으로 들어간 후 유아에게 빨간색 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지 초록색 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지에 대해 질문하였다.

(2) 덧셈과제

유아의 덧셈수행능력을 살펴보기 위해 컴퓨터로 제작한 화면을 차례로 제시하였다. 실험자는 유아에게 빨간색 상자와 초록색 상자가 있는 화면을 보여주고 잠시 후 게임이 시작되면 빨간색 상자 안으로 빨간색 점이 들어가고 빨간색 상자 안으로 점이 한 번 더 들어갈 것이라고 설명해주었다. 빨간색 점이 빨간색 상자 안에 모두 들어간 뒤 초록색 상자 안으로 초록색 점이 들어갈 것이라고 설명해주었다. 그리고 나서 어느 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지에 대해 물어볼 것이라고 설명해주었다. 빨간색 상자와 초록색 상자가 있는 화면을 보여주고, 다음 화면에서

4) 비상징적 연산능력을 측정하는 것이므로 유아가 제시된 수를 수단어를 이용해 수세기를 하지 않고 수를 파악할 수 있을 정도의 시간만 배정하기 위해서 각 과제에서 화면 당 4초의 시간을 배정하였다.

빨간색 점이 빨간색 상자 안으로 들어간다. 그 다음 화면에서 다시 한 번 빨간색 점이 빨간색 상자 안으로 들어가고, 다음 화면에서 초록색 점이 초록색 상자 안으로 들어간다. 모든 점이 상자 안으로 들어간 후 유아에게 빨간색 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지 초록색 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지에 대해 질문하였다.

(3) 뺄셈과제

유아의 뺄셈수행능력을 살펴보기 위해 컴퓨터로 제작한 화면을 차례로 제시하였다. 실험자는 유아에게 빨간색 상자와 초록색 상자가 있는 화면을 보여주고 잠시 후 게임이 시작되면 빨간색 상자 안으로 빨간색 점이 들어가고 상자 안으로 들어간 점 중에 몇 개가 빨간색 상자 밖으로 빠져 나갈 것이라고 설명해주었다. 빨간 색 점이 빠져나간 뒤 초록색 상자 안으로 초록색 점이 들어갈 것이라고 설명해주었다. 그리고 나서 어느 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지에 대해 물어볼 것이라고 설명해주었다. 빨간색 상자와 초록색 상자가 있는 화면을 보여주고, 다음 화면에서 빨간색 상자 안으로 빨간색 점이 들어간다. 그 다음 화면에서 빨간 상자에 있던 점 중에 몇 개가 빨간색 상자 밖으로 빠져 나가고, 다음 화면에서 초록색 점이 초록색 상자 안으로 들어간다. 모든 점이 상자 안으로 들어간 후 유아에게 빨간색 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지 초록색 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지에 대해 질문하였다.

(4) 곱셈과제

유아의 곱셈수행능력을 살펴보기 위해 컴퓨터로 제작한 화면을 차례

로 제시하였다. 실험자는 유아에게 빨간색 상자와 초록색 상자가 있는 화면을 보여주고 잠시 후 게임이 시작되면 빨간색 상자 안으로 빨간색 점이 여러 번 들어간 후 초록색 상자 안으로 초록색 점이 여러 번 들어갈 것이라고 설명해주었다. 그리고 나서 어느 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지에 대해 물어볼 것이라고 설명해주었다. 빨간색 상자와 초록색 상자가 있는 화면을 보여주고, 다음 화면에서 빨간색 점이 빨간색 상자 안으로 여러 번 들어가고, 그 다음 화면에서 초록색 점이 초록색 상자 안으로 여러 번 들어간다. 모든 점이 상자 안으로 들어간 후 유아에게 빨간색 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지 초록색 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지에 대해 질문하였다.

(5) **나눗셈과제**

유아의 나눗셈수행능력을 살펴보기 위해 컴퓨터로 제작한 화면을 차례로 제시하였다. 실험자는 유아에게 같은 개수의 빨간색 점과 초록색 점이 있는 화면을 보여주고 빨간 색 상자 여러 개와 초록색 상자 여러 개가 있는 화면을 보여준다. 잠시 후 게임이 시작되면 빨간색 점은 빨간색 상자 안에 똑같이 나누어 들어가고 초록색 점은 초록색 상자 안에 똑같이 나누어 들어갈 것이라고 설명해주었다. 그리고 나서 어느 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지에 대해 물어볼 것이라고 설명해주었다. 빨간색 점과 초록색 점이 있는 화면을 보여주고, 다음 화면에서 빨간색 점이 빨간색 상자 안으로 나누어 들어가고, 그 다음 화면에서 초록색 점이 초록색 상자 안으로 나누어 들어간다. 모든 점이 상자 안으로 들어간 후 빨간 색 상자 한 상자와 초록색 상자 한 상자가 있는 화면을 보여준다. 유아에게 빨간색 상자 안에 점이 더 많이 들어갔는지 초록색 상자 안에

점이 더 많이 들어갔는지에 대해 질문하였다.

2) 친숙한 과제

친숙한 과제는 빨간색 사과와 초록색 사과, 빨간색 옷을 입은 사람과 초록색 옷을 입은 사람으로 구성되어 있다. 빨간색 사과와 초록색 사과의 크기는 비친숙한 과제에서 제시한 점의 크기와 같이 지름이 1㎝이고, 사과를 먹는 사람의 크기는 비친숙한 과제에서의 빨간색 상자와 초록색 상자(가로 9㎝, 세로 6.5㎝)와 윤곽길이가 유사하게 제작하였다. 빨간색과 초록색의 명도와 채도는 유사하게 조정하였다. 또한 비상징적 연산능력에 영향을 미칠 수 있는 사과의 크기, 윤곽길이를 동일하게 하였다. 첫 번째 화면에서 유아가 빨간색과 초록색을 알고 있는지에 대해 질문한 뒤 색깔에 대해 인지하지 못하면 손가락으로 가리키면서 설명하고 유아의 응답 역시 손가락으로 가리키도록 하였다. 두 번의 연습문제로 유아에게 실험 절차를 설명해주고 이어서 6문제가 연속으로 제시되었다. 아래에서 설명하고 있는 과제는 색깔을 바꾸어 다음 실험 일에 다시 한 번 제시하였다.

<그림 Ⅳ-2> 친숙한 과제-낮은 난이도(1:2) 예시

(1) 비교과제

유아의 비교수행능력을 살펴보기 위해 컴퓨터로 제작한 화면을 차례로 제시하였다. 실험자는 유아에게 빨간색 옷을 입고 있는 사람과 초록색 옷을 입고 있는 사람을 보여주고 빨간색 옷을 입고 있는 사람의 이름을 ‘빨강이’, 초록색 옷을 입고 있는 사람의 이름을 ‘초록이’라고 설명해주었다. 잠시 후 게임이 시작되면 빨간색 옷을 입은 사람은 빨간색 사과를 먹고 초록색 옷을 입은 사람은 초록색 사과를 먹을 것이라고 설명해주었다. 그리고 나서 어떤 사람이 사과를 더 많이 먹었는지 물어볼 것이라고 설명해주었다. 빨간색 옷을 입은 사람과 초록색 옷을 입은 사람이 있는 화면을 보여주고, 다음 화면에서 빨간색 옷을 입은 사람이 빨간색 사과를 먹고, 그 다음 화면에서 초록색 옷을 입은 사람이 초록색 사과를 먹는다. 사과를 다 먹은 후 유아에게 빨강이가 사과를 더 많이 먹었는지 초록이가 사과를 더 많이 먹었는지에 대해 질문하였다.

(2) 덧셈과제

유아의 덧셈수행능력을 살펴보기 위해 컴퓨터로 제작한 화면을 차례로 제시하였다. 실험자는 유아에게 빨간색 옷을 입고 있는 사람과 초록색 옷을 입고 있는 사람을 보여주고 빨간색 옷을 입고 있는 사람의 이름을 ‘빨강이’, 초록색 옷을 입고 있는 사람의 이름을 ‘초록이’라고 설명해주었다. 잠시 후 게임이 시작되면 빨간색 옷을 입은 사람은 빨간색 사과를 먹고 빨간색 옷을 입은 사람이 한 번 더 빨간색 사과를 먹을 것이라고 설명해주었다. 그 다음에 초록색 옷을 입은 사람은 초록색 사과를 먹을 것이라고 설명해주었다. 그리고 나서 어떤 사람이 사과를 더 많이 먹

었는지 물어볼 것이라고 설명해주었다. 빨간색 옷을 입은 사람과 초록색 옷을 입은 사람이 있는 화면을 보여준다. 다음 화면에서 빨간색 옷을 입은 사람이 빨간색 사과를 먹고, 그 다음 화면에서 빨간 색 옷을 입은 사람이 빨간색 사과를 다시 한 번 먹는다. 다음 화면에서 초록색 옷을 입은 사람이 초록색 사과를 먹는다. 두 사람이 사과를 다 먹은 후 유아에게 빨강이가 사과를 더 많이 먹었는지 초록이가 사과를 더 많이 먹었는지에 대해 질문하였다.

(3) 뺄셈과제

유아의 뺄셈수행능력을 살펴보기 위해 컴퓨터로 제작한 화면을 차례로 제시하였다. 실험자는 유아에게 빨간색 옷을 입고 있는 사람과 초록색 옷을 입고 있는 사람을 보여주고 빨간색 옷을 입고 있는 사람의 이름을 ‘빨강이’, 초록색 옷을 입고 있는 사람의 이름을 ‘초록이’라고 설명해주었다. 잠시 후 게임이 시작되면 빨간색 옷을 입은 사람은 빨간색 사과를 받고 난 후 빨간색 옷을 입은 사람이 받았던 사과 중에 몇 개는 먹고 몇 개는 남길 것이라고 설명해주었다. 그 다음에 초록색 옷을 입은 사람은 초록색 사과를 먹을 것이라고 설명해주었다. 그리고 나서 어떤 사람이 사과를 더 많이 먹었는지 물어볼 것이라고 설명해주었다. 빨간색 옷을 입은 사람과 초록색 옷을 입은 사람이 있는 화면을 보여준다. 다음 화면에서 빨간색 옷을 입은 사람이 빨간색 사과를 받고, 그 다음 화면에서 빨간 색 옷을 입은 사람이 빨간색 사과를 몇 개 남긴다. 다음 화면에서 초록색 옷을 입은 사람이 초록색 사과를 먹는다. 두 사람이 사과를 다 먹은 후 유아에게 빨강이가 사과를 더 많이 먹었는지 초록이가 사과를 더 많이 먹었는지에 대해 질문하였다.

(4) 곱셈과제

유아의 곱셈수행능력을 살펴보기 위해 컴퓨터로 제작한 화면을 차례로 제시하였다. 실험자는 유아에게 빨간색 옷을 입고 있는 사람과 초록색 옷을 입고 있는 사람을 보여주고 빨간색 옷을 입고 있는 사람의 이름을 ‘빨강이’, 초록색 옷을 입고 있는 사람의 이름을 ‘초록이’라고 설명해주었다. 잠시 후 게임이 시작되면 빨간색 옷을 입은 사람은 빨간색 사과를 여러 번 먹고 초록색 옷을 입은 사람은 초록색 사과를 여러 번 먹을 것이라고 설명해주었다. 그리고 나서 어떤 사람이 사과를 더 많이 먹었는지 물어볼 것이라고 설명해주었다. 빨간색 옷을 입은 사람과 초록색 옷을 입은 사람이 있는 화면을 보여주고, 다음 화면에서 빨간색 옷을 입은 사람이 빨간색 사과를 여러 번 먹고, 그 다음 화면에서 초록색 옷을 입은 사람이 초록색 사과를 여러 번 먹는다. 두 사람이 사과를 다 먹은 후 유아에게 빨강이가 사과를 더 많이 먹었는지 초록이가 사과를 더 많이 먹었는지에 대해 질문하였다.

(5) 나눗셈과제

유아의 나눗셈수행능력을 살펴보기 위해 컴퓨터로 제작한 화면을 차례로 제시하였다. 실험자는 유아에게 빨간색 옷을 입고 있는 사람과 초록색 옷을 입고 있는 사람을 보여주고 빨간색 옷을 입고 있는 사람의 이름을 ‘빨강이’, 초록색 옷을 입고 있는 사람의 이름을 ‘초록이’라고 설명해주었다. 잠시 후 게임이 시작되면 빨간색 사과는 빨간 색 옷을 입은 사람들이 똑같이 나누어 먹고, 초록색 사과는 초록색 옷을 입은 사람들이 똑같이 나누어 먹을 것이라고 설명해주었다. 그리고 나서 어떤 친구

가 사과를 더 많이 먹었는지에 대해 물어볼 것이라고 설명해주었다. 빨간색 사과와 초록색 사과가 있는 화면을 보여주고, 다음 화면에서 빨간색 옷을 입은 사람들이 빨간색 사과를 나누어 먹고, 그 다음 화면에서 초록색 옷을 입은 사람들이 초록색 사과를 나누어 먹는다. 모든 사과를 나누어 먹은 후 빨간 색 옷을 입은 사람 한 명과 초록색 옷을 입은 사람 한 명이 있는 화면을 보여준다. 유아에게 빨강이가 사과를 더 많이 먹었는지 초록이가 사과를 더 많이 먹었는지에 대해 질문하였다.

3. 연구절차

유아의 비상징적 연산능력을 측정하는데 적합한 연구도구 및 연구설계를 구성하기 위해 예비조사를 실시한 후 예비조사 결과에 따라 연구도구 및 연구설계를 수정・보완하여 본조사를 실시하였다.

1) 예비조사

유아의 비상징적 연산능력을 측정하기 위한 연구도구를 제작하여 그 적합성을 검증하고 연구 설계의 타당성을 높이기 위해 예비조사를 실시하였다. 2012년 9월 3일부터 9월 7일까지 서울시 소재 어린이집 1곳에서 2세 유아 10명(남아 5명, 여아 5명), 4세 유아 10명(남아 5명, 여아 5명)을 대상으로 1차 예비조사를 실시하였다. 1차 예비조사에서 1회 면접 시 유아 1인당 4개의 과제를 실시하였더니 세 번째 실시한 과제부터 2세 유아의 집중력이 많이 떨어졌다. 또한 응답시간을 통제하지 않았더니 4세 유아의 경우 수세기를 통해 과제를 해결하려는 경향을 보였다. 따라서 2세 유아의 집중력을 고려한 과제시간 설정과 응답시간 통제를 위해

과제를 수정하여 2012년 9월 10일부터 9월 14일까지 2차 예비조사를 실시하였다.

예비조사를 실시한 결과 비친숙한 과제를 시행할 때보다 친숙한 과제를 시행할 때 더욱 흥미를 보였으며, 개별 유아가 과제와 관계없이 한 가지 색깔을 선호하는 경향이 거의 나타나지 않아 2회 실시한 과제의 답변이 동일하게 나타났다. 대부분의 2, 4세 유아가 많고 적음의 서열관계를 이해하고 있었으며, 덧셈이 해당 집합체의 수를 증가시켜 주는 것이고 뺄셈이 해당 집합체의 수를 감소시키는 것이라는 점을 이해하고 있었다.

2차 예비조사에서는 2세 유아의 주의집중 시간을 고려하여 총 10개의 과제를 하루에 2개의 과제씩 5회에 걸쳐 진행하였으며 약 5분이 소요되었다. 그러나 한 유아 당 5회의 면접을 실시하므로 피로효과와 연습효과의 발생을 배제하기 위해 제시되는 순서를 유아마다 다르게 하였다. 또한 유아가 비상징적 연산과제를 수행할 때 수세기와 같은 상징적인 과정이 개입되지 않도록 하기 위해 한 문항 당 4초의 시간을 배정하였다.

2) 본조사

본조사는 서울에 소재하는 중류층 지역의 어린이집 총 5곳을 2012년 9월 17일부터 10월 31일까지 연구자가 직접 방문하여 실시하였다. 실험은 오전 또는 오후 자유놀이 시간에 연구대상 유아를 개별적으로 조용한 공간으로 불러서 실험자와 일대일 실험을 실시하였다. 각 유아들은 비교과제, 덧셈과제, 뺄셈과제, 곱셈과제, 나눗셈과제를 친숙도 수준에 따른 두 가지 조건의 과제에 모두 참여하였다.

유아와 실험자는 유아용 책상에 나란히 앉아 유아 정면에 노트북을

놓았으며 실험자는 유아의 오른편에 앉았다. 유아에게 이름과 소속 반을 물어보며 라포를 형성한 뒤, 정해진 지시문에 따라 유아에게 과제를 간단히 소개하였다. (“선생님이 OO에게 상자에 점이 들어가는 것을 보여줄 거예요. 그럼 OO는 선생님이 물어본 말에 대답해 주면 돼요. 알겠지요? 자, 시작할 준비가 되었나요?). 유아가 시작할 준비가 되었다고 하면, 유아에게 컴퓨터 화면을 보여주며 과제를 실시하였다. 유아는 질문에 언어적으로 대답하거나 손가락으로 답에 해당하는 상자를 가리키도록 했다. 유아가 대답하면 조사자는 별도의 응답 기록지에 유아의 응답을 표시하였다. 기록이 끝난 뒤에는 다음 화면을 제시하여 과제를 진행하였다. 유아가 각 질문에 대해 바로 응답이 없으면 반응시간(reaction time)이 유아의 비상징적 연산능력 점수에 미칠 수 있는 영향(Barth et al., 2005)을 고려하여 다음 화면을 제시하여 과제를 진행하였다. 실험은 비교과제, 덧셈과제, 뺄셈과제, 곱셈과제, 나눗셈과제의 다섯 가지 연산유형의 순서와 친숙한 과제와 비친숙한 과제 제시의 순서를 무작위로 제시하여 순서효과를 통제하였다. 유아의 색깔 선호도를 통제하기 위해 빨간색과 파란색을 바꾸어 같은 과제를 두 번 측정하였다. 총 5가지 연산유형과 2가지의 친숙도 수준으로 구성된 실험에서 유아 1인당 5번의 면접기회를 가졌으며 1회당 과제에 소요되는 시간은 약 5분이었다.

4. 자료의 분석

수집된 자료는 SPSS 프로그램을 통하여 분석되었으며, 통계방법으로는 평균, 표준편차, 독립표본 t 검정, 상관표본 t 검정, 반복측정변량분석(repeated measures ANOVA), 이원분산분석(two-way ANOVA), Pearson의 적률상관계수가 이용되었다. 먼저 연령과 성별에 따른 비상징적 연산능력의 전반적인 경향을 파악하기 위해 평균 및 표준편차를 살펴보았다. 유아의 연령과 성별에 따른 비상징적 연산능력에 차이가 있는지 알아보기 위해 이원분산분석(two way ANOVA)를 실시하였다.

다음으로 과제 난이도에 따른 비상징적 연산능력의 전반적인 경향을 파악하기 위해 평균 및 표준편차를 살펴보았다. 또한 연령과 연산유형 및 과제 난이도에 따른 비상징적 연산능력에 유의한 차이가 있는지 알아보기 위해 연령을 피험자 간 요인으로 하고, 연산유형과 과제 난이도를 피험자 내 요인으로 하여 반복측정변량분석(repeated measures ANOVA)을 실시하였다. F검정으로 연령과 연산유형 및 과제 난이도에 따른 단순주효과를 분석하였다.

과제 친숙도에 따른 비상징적 연산능력의 전반적인 경향을 파악하기 위해 평균 및 표준편차를 살펴보았다. 또한 연령과 연산유형 및 과제 친숙도에 따른 비상징적 연산능력에 유의한 차이가 있는지 알아보기 위해 연령을 피험자 간 요인으로 하고, 연산유형과 과제 친숙도를 피험자 내 요인으로 하여 반복측정변량분석(repeated measures ANOVA)을 실시하였다. 상관표본 t 검정(paired t-test)과 독립표본 t 검정을 실시하여 연령과 연산유형 및 과제 친숙도에 따른 단순주효과를 검정하였다.

마지막으로 유아의 비상징적 연산유형 간의 유의한 상관관계가 있는지 알아보기 위해 Pearson의 적률상관계수를 이용하였다.

Ⅴ. 결과 및 해석

위와 같은 연구방법으로 선정된 연구문제를 근거로 먼저 연구대상의 비상징적 연산능력에 대한 연구결과를 연구문제별로 제시하면서, 관련선행연구와의 일관성 여부 및 연구자의 해석을 제시한다.

1. 연령과 성별에 따른 비상징적 연산능력의 발달

연령과 성별에 따른 비상징적 연산능력의 전반적인 경향을 살펴본 결과, 비상징적 연산능력 점수와 각 연산유형별 점수는 <표Ⅴ-1>과 같다.

<표Ⅴ-1> 연령과 성별에 따른 비상징적 연산능력점수

하위영역	연령	성별		평균 M(SD)
		남자 M(SD)	여자 M(SD)	
비상징적 연산능력	2세	27.45(6.42)	23.76(7.73)	25.65(7.25)
	4세	40.64(6.56)	38.30(7.40)	39.52(7.00)
	평균	34.47(9.25)	31.36(10.48)	32.97(9.93)
비교	2세	7.50(2.48)	6.43(2.79)	6.98(2.66)
	4세	11.12(1.36)	10.70(2.22)	10.92(1.82)
	평균	9.43(2.67)	8.66(3.28)	9.05(2.99)
덧셈	2세	5.64(1.81)	5.43(2.01)	5.53(1.89)
	4세	8.44(1.76)	8.35(1.99)	8.40(1.85)
	평균	7.13(2.26)	6.95(2.47)	7.04(2.35)
뺄셈	2세	6.81(1.71)	5.52(2.44)	6.19(2.17)
	4세	7.88(1.83)	7.61(1.85)	7.75(1.83)
	평균	7.38(1.84)	6.61(2.37)	7.02(2.14)

곱셈	2세	6.36(1.94)	5.24(2.14)	5.81(2.10)
	4세	8.16(1.89)	7.87(2.07)	8.02(1.96)
	평균	7.31(2.10)	6.61(2.47)	6.98(2.30)
나눗셈	2세	1.14(2.08)	1.14(2.17)	1.14(2.10)
	4세	5.04(3.25)	3.78(4.02)	4.44(3.65)
	평균	3.21(3.37)	2.52(3.50)	2.88(3.43)

비상징적 연산능력 전체 점수는 4세 남아가 가장 높았으며 2세 여아가 가장 낮았다. 비상징적 연산능력 하위영역의 전반적인 양상은 4세 유아가 2세 유아보다 비상징적 연산능력 점수가 높았으며, 남아가 여아보다 비상징적 연산능력의 점수가 높았다.

유아의 비상징적 연산능력이 연령과 성별에 따라 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 이원분산분석을 실시하였다. 그 결과, <표Ⅴ-2>에 제시된 것과 같이 유아는 연령과 성별에 따라 비상징적 연산능력에 차이가 있었다.

<표Ⅴ-2> 연령과 성별에 따른 비상징적 연산능력 이원변량분석

	변동원	제곱합	자유도	평균제곱	F
비상징적 연산능력	연령	4354.73	1	4354.73	88.19***
	성별	205.83	1	205.83	4.17*
	연령×성별	10.43	1	10.43	.21
	오차	4295.89	87	49.38	
	합계	107772.00	91		

* $p<.05$, *** $p<.001$

구체적으로 연령과 성별에 따른 차이가 비상징적 연산능력의 어느 영역에서 나타나는지를 살펴보기 위해 주효과 검증을 실시하였다.

먼저 연령에 따른 주효과를 살펴보면(<부록1> 참고), 비상징적 연산능력 전체점수에 유의한 차이가 있었다($t=-9.28$, $p<.001$). 비상징적 연산능력의 하위영역을 살펴보면 비교과제($t=-8.16$, $p<.001$), 덧셈과제($t=-7.28$, $p<.001$), 뺄셈과제($t=-3.73$, $p<.001$), 곱셈과제($t=-5.19$, $p<.001$), 나눗셈과제($t=-5.34$, $p<.001$)에서 유의한 차이가 있었다. 즉, 4세 유아가 2세 유아보다 비상징적 연산능력 점수가 더 높게 나타났다. 이는 4세 유아의 비상징적 연산능력이 2세 유아보다 상대적으로 더 높음을 보여준다. 이러한 결과는 비상징적 연산능력이 2세 경에 나타나 학령기를 넘어서까지 발달을 지속한다는 선행연구(Mix et al., 2002)의 결과와 일치한다. 또한 7, 8세가 되기 전까지는 기초 연산에 대한 개념적 이해를 하지 못한다는 Piaget(1965)의 연구와 차이가 있으며 Piaget가 주장한 것보다 낮은 연령에서도 기초 연산에 대한 지식을 가지고 있다는 신Piaget학파의 주장과 일치한다.

다음으로, 성별에 따른 주효과를 살펴보면(<부록2> 참고), 비상징적 연산능력 전체 점수와 하위영역 점수 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 주효과에서 유의한 차이가 나타나지 않았지만 이원분산분석에서 성별에 따른 유의한 차이가 나타난 것은 비상징적 연산능력 전체 점수와 하위영역 모두에서 남아가 여아보다 전반적으로 점수가 높게 나왔기 때문으로 해석할 수 있다.

2. 과제의 특성과 비상징적 연산능력의 발달

1) 과제 난이도에 따른 유아의 비상징적 연산능력의 발달

연령과 연산유형 및 난이도에 따른 유아의 비상징적 연산능력 전체 점수와 하위영역별 점수는 <표Ⅴ-3>과 같다. 난이도가 높아질수록 비상징적 연산능력 전체점수는 낮아졌다. 비상징적 연산능력 하위영역의 전반적인 양상은 난이도가 높아질수록 점수가 낮아지는 것으로 나타났다.

<표Ⅴ-3> 과제 난이도에 따른 비상징적 연산능력점수

범주구분	난이도 수준	연령 2세(N=43) M(SD)	연령 4세(N=48) M(SD)	평균 (N=91) M(SD)	사후검정	F
비상징적 연산능력	난이도 낮음(1:2)	11.86(2.82)	15.94(2.28)	14.01(3.26)	a	
	난이도 중간(2:3)	7.88(3.28)	13.38(3.11)	10.78(4.20)	b	168.07***
	난이도 높음(4:5)	5.91(2.72)	10.21(3.31)	8.18(3.72)	c	
비교	난이도 낮음	3.26(1.00)	3.96(.20)	3.63(.78)	a	
	난이도 중간	2.16(1.43)	3.69(.88)	2.97(1.39)	b	39.76***
	난이도 높음	1.56(1.16)	3.27(1.09)	2.46(1.41)	c	
덧셈	난이도 낮음	2.79(1.12)	3.58(.74)	3.21(1.02)	a	
	난이도 중간	1.58(1.10)	2.96(.94)	2.31(1.23)	b	74.74***
	난이도 높음	1.16(.87)	1.85(1.03)	1.53(1.01)	c	
뺄셈	난이도 낮음	2.67(1.08)	3.13(.84)	2.91(.98)	a	
	난이도 중간	2.23(1.11)	2.85(.87)	2.56(1.04)	b	67.62***
	난이도 높음	1.28(.91)	1.77(.88)	1.54(.92)	c	
곱셈	난이도 낮음	2.56(1.10)	3.42(.77)	3.01(1.03)	a	
	난이도 중간	1.70(1.10)	2.48(1.35)	2.11(1.29)	b	28.64***
	난이도 높음	1.56(.98)	2.13(1.27)	1.86(1.17)	b	
나눗셈	난이도 낮음	.58(1.12)	1.85(1.32)	1.25(1.38)	a	
	난이도 중간	.21(.56)	1.40(1.38)	.84(1.22)	b	14.46***
	난이도 높음	.35(.72)	1.19(1.33)	.79(1.16)	b	

*** $p<.001$

구체적으로 유아의 비상징적 연산능력이 연령과 연산유형 및 난이도 수준에 따라 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 반복측정변량분석을 실시하였다. 그 결과, <표V-4>에 제시된 것과 같이 유아의 연령과 연산유형 및 난이도 수준에 따라 비상징적 연산유형 점수에 차이가 있었다.

<표V-4> 연령과 연산유형 및 과제 난이도에 따른 비상징적 연산능력 변량분석

범주구분	변동원		제곱합	자유도	평균제곱	F
비상징적 연산능력	피험자간	연령	290.88	1	290.88	86.15***
		오차	300.52	89	3.38	
	피험자내	난이도	311.04	1.85	168.27	171.60***
		연령×난이도	5.24	1.85	2.84	2.89
		오차	161.32	164.52	.98	
		연산유형	616.02	2.89	213.04	117.72***
		연령×연산유형	25.91	2.89	8.96	4.95**
		오차	465.75	257.36	1.81	
		난이도×연산유형	51.81	6.48	8.00	8.89***
		연령×난이도×연산유형	17.86	6.48	2.76	3.07**
		오차	518.55	576.54	.90	

** $p<.01$, *** $p<.001$

먼저, 연산유형에 따른 주효과를 살펴보기 위해 반복측정 변량분석을 실시한 결과(<부록3> 참고), 연산유형에 따라 차이가 있는 것으로 나타났다($F=113.16$, df[5]$=3.12, 280.33$, $p<.001$). 이에 따라 어느 하위영역 간에

5) 구형성 가정을 검증하기 위해 Mauchly 구형성 검증을 적용하였다. 이는 구형성 가정에 위배된 정도를 알려주는 ε지수를 계산한 후 이 값이 .75 이하이면 Greenhouse-Geisser 방법을 .75 이상이

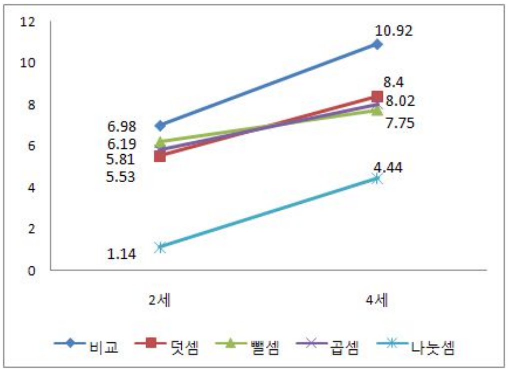
차이가 유의한지 살펴보기 위해 사후검정을 실시하였다. 사후검정 결과는 비교 과제와 나눗셈 과제는 다른 연산유형과 모두 차이가 나타났으며 덧셈, 뺄셈, 곱셈 과제 점수 간에서는 유의한 차이가 나타나지 않았다. 비교 과제 점수가 가장 높고 다음으로 덧셈, 뺄셈, 곱셈 점수가 유사했으며, 나눗셈 과제 점수가 가장 낮았다. 이러한 결과는 비교과제 수행능력이 덧셈과 뺄셈과제에서의 수행능력보다 더 높다는 선행연구결과와 일치한다(Barth et al., 2006). 또한 이 연구에서는 덧셈과제 수행능력과 뺄셈과제 수행능력에서 유의한 차이가 나타나지 않았는데, 이는 덧셈과제 수행능력이 뺄셈과제 수행능력보다 더 높다는 선행연구 결과(Shinskey, Chan, Coleman, & Moxom, & Yamamoto, 2009)와 차이가 있다. 그러나 이는 5세 유아를 대상으로 한 연구이므로 뺄셈보다는 덧셈에 더 많은 시간을 할애하는 유아교육기관의 환경에 의한 영향 때문으로 볼 수 있다(Barrouillet, Mignon, & Thevenot, 2008). 이 연구 대상인 2, 4세 유아의 경우 5세 유아에 비해 유아교육기관의 재원기간이 짧기 때문에 덧셈과 뺄셈 그리고 곱셈 능력 간에 수행능력의 차이가 나타나지 않았다고 해석할 수 있다. 나눗셈 과제에서의 점수가 가장 낮게 나타난 것은 2세 유아에게 형성되지 않은 동등 배분의 개념이 전체 유아의 나눗셈 과제 수행점수에 영향을 준 것으로 해석할 수 있다. 또한 곱셈과제 점수가 덧셈과제 점수와 유사하게 나온 것은 곱셈과제가 반복된 덧셈의 형태로 제시되었기 때문이라고 해석할 수 있다. 유아에게 비상징적 곱셈 개념은 같은 항목이 반복되는 덧셈과정으로 이해될 수 있으며, 유아가 비상징적 곱셈 개념을 쉽게 받아들일 수 있게 한다는 선행 연구결과(Baroody, 1987)와 일치한다.

다음으로 난이도에 따른 주효과를 살펴보면(<표Ⅴ-3> 참고), 비상징

면 Huynh-Feldt 방법을 사용한다. F값이 구해진 원래 df 에다 ε지수를 곱해서 df를 조정한다(정옥분, 2010).

적 연산능력 전체점수에 유의한 차이가 있었다(F=168.07, df=1.91, 171.63, p<.001). 비상징적 연산능력의 하위영역 중에서는 비교과제(F=39.76, df=2, 180 p<.001), 덧셈과제(F=74.74, df=1.89, 170.50, p<.001), 뺄셈과제(F=67.62, df=1.86, 167.22, p<.001), 곱셈과제(F=28.64, df=1.75, 157.27, p<.001), 나눗셈과제(F=14.46, df=1.86, 167.04, p<.001)에서 유의한 차이가 나타났다. 난이도 수준의 차이가 어느 하위영역 간에 유의한 차이가 있는지 살펴보기 위해 사후검증을 실시하였는데, 그 결과는 <표Ⅴ-3>에 함께 제시하였다. 비교과제, 덧셈과제, 뺄셈과제에 대한 사후검정 결과는 난이도 낮음, 중간, 높음 모두에서 차이가 났는데, 낮은 난이도에서 가장 높고 다음으로 중간 난이도, 그리고 높은 난이도에서 가장 낮았다. 곱셈과제, 나눗셈과제에 대해서는 중간 난이도와 높은 난이도에서는 별 차이가 없었지만 낮은 난이도에서와 중간 난이도, 높은 난이도 간에 차이가 있는 것으로 나타났다. 이는 상대적으로 수행능력이 높은 비교, 덧셈, 뺄셈과제의 경우 난이도에 따라 수행능력의 차이가 크게 나타나지만 수행능력이 낮은 곱셈과 나눗셈과제의 경우에는 중간 난이도 (2:3)에서 유아의 수행능력이 크게 떨어져 높은 난이도(4:5)에서의 점수와 유의한 차이가 나타나지 않는다는 것을 의미한다. 비상징적 연산능력 전체점수는 낮은 난이도에서 가장 높았으며 다음으로 중간 난이도, 그리고 높은 난이도에서 가장 낮은 것으로 나타났다.

그 다음으로 유아의 비상징적 연산능력에서 유아의 연령과 연산유형 간에 유의한 상호작용 효과가 나타났다. 따라서 상호작용 효과를 구체적으로 탐색하기 위해서 F검정을 실시하여 단순주효과를 분석하였으며 분석결과는 <그림Ⅴ-1>과 <표Ⅴ-5>와 같다.



<그림Ⅴ-1> 유아의 연령과 연산유형의 상호작용

<표Ⅴ-5> 유아의 연령과 연산유형의 단순주효과 분석

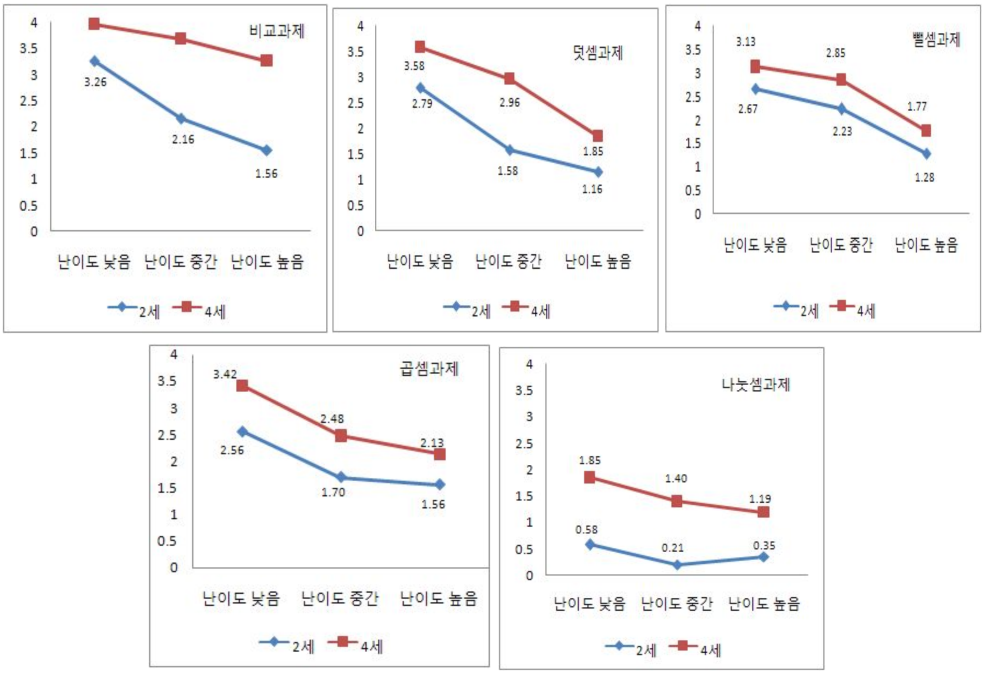
연령	연산유형	제곱합	자유도	평균제곱	F	
2세	비교 덧셈 뺄셈 곱셈 나눗셈	906.49	3.42	265.39	66.25***	a b b b c
4세	비교 덧셈 뺄셈 곱셈 나눗셈	1025.86	2.61	393.00	58.62***	a b c bc d

*** p<.001

2세 유아는 비교 과제에서 점수가 가장 높았으며 덧셈, 뺄셈, 곱셈 과제에서의 점수 차이는 없는 것으로 나타났다. 또한 나눗셈 과제에서의 점수가 가장 낮았다(F=66.25, df=3.42, 143.46, p<.001). 4세 유아는 비교 과제에서 점수가 가장 높았으며 덧셈 과제 점수와 곱셈 과제 점수, 뺄셈 과제 점수와 곱셈 과제 점수 간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 나눗셈 과제에서의 점수가 가장 낮았다(F=58.62, df=2.61, 122.69, p<.001). 이는 연령이 낮은 유

아일수록 나눗셈을 제외한 연산유형 간에 점수의 차이가 적었다는 것을 의미한다. 낮은 연령의 유아가 높은 연령의 유아에 비해 연산유형 간 점수의 차이가 적었다는 것은 특정 연산유형에 대한 친숙도가 영향을 미칠 가능성이 더 적기 때문이라는(Barrouillet et al., 2008) 선행연구와 일치한다.

마지막으로 유아의 비상징적 연산능력에서 유아의 연령과 연산유형 및 난이도 수준 간에 유의한 상호작용 효과가 나타났다. 따라서 상호작용 효과를 구체적으로 탐색하기 위해서 F검정을 실시하여 단순주효과를 분석하였으며 분석결과는 <그림Ⅴ-2>와 <표Ⅴ-6>와 같다.



<그림Ⅴ-2> 유아의 연령과 연산유형 및 과제 난이도 수준의 상호작용

<표Ⅴ-6> 유아의 연령과 연산유형 및 과제 난이도 수준의 단순주효과 분석

연령	연산유형	과제난이도	제곱합	자유도	평균제곱	F	
2세	비교	난이도 낮음					a
		난이도 중간	63.67	2	31.84	31.22^{***}	b
		난이도 높음					c
	덧셈	난이도 낮음					a
		난이도 중간	61.46	2	30.73	30.29^{***}	b
		난이도 높음					b
	뺄셈	난이도 낮음					a
		난이도 중간	43.74	2	21.87	26.39^{***}	b
		난이도 높음					c
	곱셈	난이도 낮음					a
		난이도 중간	25.23	2	12.61	13.12^{***}	b
		난이도 높음					b
	나눗셈	난이도 낮음					a
		난이도 중간	3.04	2	1.52	4.98^{**}	b
		난이도 높음					b
4세	비교	난이도 낮음					a
		난이도 중간	11.51	2	5.76	12.94^{***}	b
		난이도 높음					c
	덧셈	난이도 낮음					a
		난이도 중간	73.60	2	36.80	54.27^{***}	b
		난이도 높음					c
	뺄셈	난이도 낮음					a
		난이도 중간	49.29	1.55	31.76	43.40^{***}	b
		난이도 높음					c
	곱셈	난이도 낮음					a
		난이도 중간	42.76	1.51	28.39	15.63^{***}	b
		난이도 높음					b
	나눗셈	난이도 낮음					a
		난이도 중간	11.17	2	5.58	11.54^{***}	b
		난이도 높음					c

** $p<.01$, *** $p<.001$

2세 유아는 덧셈과제에서 낮은 난이도에서의 점수가 가장 높았으며, 중간 난이도와 높은 난이도 간의 점수 차이는 없는 것으로 나타났다 ($F=30.29$, $df=2, 84$, $p<001$). 그러나 4세 유아는 덧셈과제에서 낮은 난이도, 중간 난이도, 높은 난이도 모두에서 점수 차이가 나타났는데 ($F=54.27$, $df=2, 94$, $p<.001$), 낮은 난이도에서 가장 높고 다음으로 중간, 그리고 높은 난이도에서 점수가 가장 낮았다. 또한 2세 유아는 나눗셈과제에서 낮은 난이도에서의 점수가 가장 높았으며 중간 난이도와 높은 난이도 간의 점수 차이는 없는 것으로 나타났다($F=4.98$, $df=2, 84$, $p<.001$). 그러나 4세 유아는 나눗셈과제에서 낮은, 중간, 높은 난이도 모두에서 점수 차이가 나타났는데($F=11.54$, $df=2, 94$, $p<.001$), 낮은 난이도에서 가장 높고 다음으로 중간, 그리고 높은 난이도에서 점수가 가장 낮았다. 즉, 연령이 낮은 유아일수록 중간 난이도와 높은 난이도에서 유의한 차이가 나타나지 않았는데 이는 중간 난이도 과제에서 2세 유아의 수행능력 점수가 크게 떨어져 난이도가 가장 높은 과제수행에 도달하지 못했음을 의미한다. 5세 유아의 비상징적 연산능력에 관한 연구에서 낮은, 중간, 높은 난이도에서의 수행능력 간에 유의한 차이가 나타났다는 선행연구 결과(Barth et al., 2005)와 비교할 때 연령이 낮은 유아일수록 비상징적 연산능력에서 비교되는 수와 수의 비율이 1에 가까워지면 수행능력이 더욱 떨어진다고 해석할 수 있을 것이다.

2) 과제 친숙도에 따른 유아의 비상징적 연산능력의 발달

연령과 연산유형 및 과제 친숙도에 따른 유아의 비상징적 연산능력 전체 점수와 하위영역별 점수는 <표Ⅴ-7>과 같다.

<표Ⅴ-7> 과제의 친숙도에 따른 비상징적 연산능력점수

범주구분	친숙도	연령 2세(N=43) M(SD)	연령 4세(N=48) M(SD)	평균 (N=91) M(SD)	paired-t
비상징적 연산능력	비친숙	9.77(4.28)	17.31(3.77)	13.75(5.50)	-18.08^{***}
	친숙	15.88(3.54)	22.21(3.72)	19.22(4.81)	
비교	비친숙	2.79(1.57)	5.25(1.14)	4.09(1.83)	-7.81^{***}
	친숙	4.19(1.35)	5.67(.75)	4.97(1.30)	
덧셈	비친숙	2.14(1.17)	3.88(1.06)	3.05(1.41)	-8.23^{***}
	친숙	3.40(1.09)	4.52(.97)	3.99(1.17)	
뺄셈	비친숙	2.40(1.38)	3.38(1.16)	2.91(1.36)	-9.36^{***}
	친숙	3.79(1.04)	4.38(1.06)	4.10(1.09)	
곱셈	비친숙	2.12(1.30)	3.60(1.20)	2.90(1.45)	-8.60^{***}
	친숙	3.70(1.23)	4.42(1.05)	4.08(1.19)	
나눗셈	비친숙	.33(.81)	1.21(1.82)	.79(1.50)	-7.21^{***}
	친숙	.81(1.45)	3.23(2.26)	2.09(2.26)	

*** $p<.001$

비상징적 연산능력 전체 점수는 친숙한 과제에서 19.22점(SD=4.81)으로 비친숙한 과제 점수인 13.75점(SD=5.50)보다 높았다. 비상징적 연산능

력 하위영역의 전반적인 양상은 친숙한 과제에서의 점수가 비친숙한 과제에서의 점수보다 높았다.

구체적으로 유아의 비상징적 연산능력이 연령과 연산유형 및 과제 친숙도에 따라 유의한 차이를 보이는지 알아보기 위해 반복측정 변량분석을 실시하였다. 그 결과, <표V-8>에 제시된 것과 같이 유아의 비상징적 연산능력 점수는 연령과 연산유형 및 과제 친숙도에 따라 차이가 있었다.

<표V-8> 연령과 연산유형 및 과제 친숙도에 따른 비상징적 연산능력 변량분석

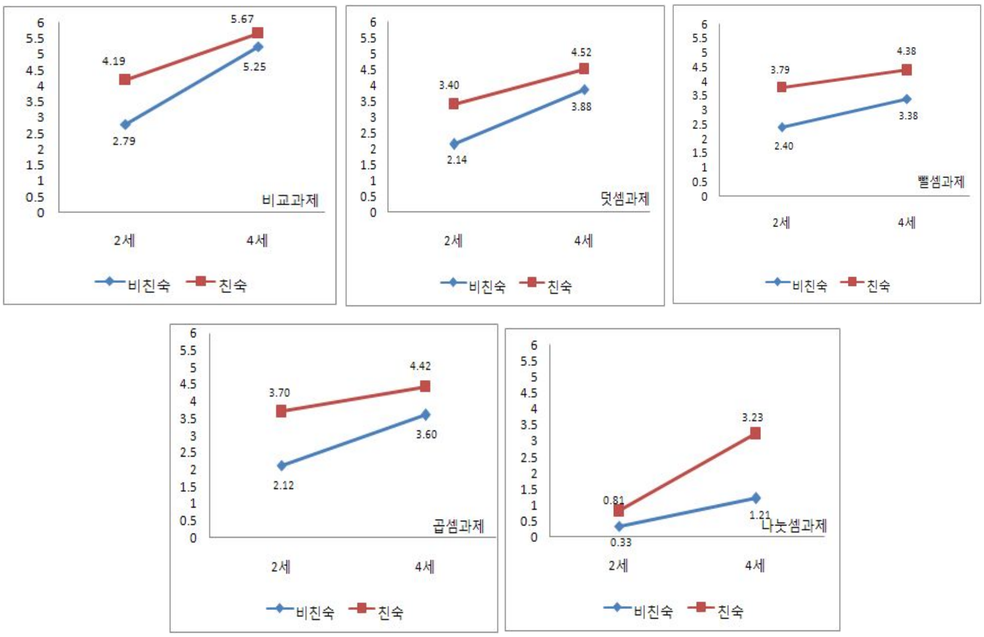
범주구분	변동원		제곱합	자유도	평균제곱	F
비상징적 연산능력	피험자간	연령	436.32	1	436.32	86.15***
		오차	450.78	89	5.07	
	피험자내	친숙도	275.05	1	275.05	341.46***
		연령×친숙도	3.38	1	3.38	4.19*
		오차	71.69	89	.81	
		연산유형	924.03	2.89	319.55	117.72***
		연령×연산유형	38.87	2.89	13.44	4.95**
		오차	698.62	257.36	2.72	
		친숙도×연산유형	4.66	3.44	1.35	1.61
		연령×친숙도×연산유형	46.81	3.44	13.60	16.16***
		오차	257.76	306.28	.84	

* p<.05, ** p<.01, *** p<.001

먼저 과제 친숙도에 따른 주효과를 살펴보면(<표V-7>), 비상징적 연산능력 전체점수에 유의한 차이가 있었다(t=-18.08, p<.001). 비상징적 연산능

력의 하위영역 중에서는 비교과제(t=-7.81, p<.001), 덧셈과제(t=-8.23, p<.001), 뺄셈과제(t=-9.36, p<.001), 곱셈과제(t=-8.60, p<.001), 나눗셈과제(t=-7.21, p<.001)에서 유의한 차이가 나타났다. 비상징적 연산능력의 모든 하위영역에서 친숙한 과제 점수가 비친숙한 과제 점수보다 높게 나타났다. 이는 과제의 특성이나 과제를 수행하는 사회적인 상황에 따라 유아의 과제 해결력에 차이를 나타낸다는 선행연구결과(Ginsberg et al., 2004)와 일치한다. 또한 과제가 지각적으로 우세한 특징을 보이거나 과제가 친숙한 대상일수록 전조작기 유아의 과제수행능력이 높아진다는 선행연구결과와도 일치한다(김은영, 2008; Flavell et al., 1989).

다음으로, 유아의 비상징적 연산능력에서 유아의 연령과 연산유형 및 과제 친숙도 간에 유의한 상호작용 효과가 나타났다. 상호작용 효과를 구체적으로 탐색하기 위해서 t 검정을 실시하여 단순주효과를 분석하였으며, 분석결과는 <그림Ⅴ-3>과 <표Ⅴ-9>에 제시하였다.



<그림Ⅴ-3> 유아의 연령과 연산유형 및 과제 친숙도의 상호작용

<표Ⅴ-9> 유아의 연령과 연산유형 및 과제 친숙도의 단순주효과 분석

연령	연산유형	과제친숙도	M	SD	paired-t
2세 (N=43)	비교	비친숙 과제	2.79	1.57	-7.51^{***}
		친숙 과제	4.19	1.35	
	덧셈	비친숙 과제	2.14	1.17	-6.66^{***}
		친숙 과제	3.40	1.09	
	뺄셈	비친숙 과제	2.40	1.38	-8.20^{***}
		친숙 과제	3.79	1.04	
	곱셈	비친숙 과제	2.12	1.30	-7.40^{***}
		친숙 과제	3.70	1.23	
	나눗셈	비친숙 과제	.33	.81	-3.04^{***}
		친숙 과제	.81	1.45	
4세 (N=48)	비교	비친숙 과제	5.25	1.14	-4.46^{***}
		친숙 과제	5.67	.75	
	덧셈	비친숙 과제	3.88	1.06	-5.34^{***}
		친숙 과제	4.52	.97	
	뺄셈	비친숙 과제	3.38	1.16	-5.45^{***}
		친숙 과제	4.38	1.06	
	곱셈	비친숙 과제	3.60	1.20	-5.10^{***}
		친숙 과제	4.42	1.05	
	나눗셈	비친숙 과제	1.21	1.82	-7.47^{***}
		친숙 과제	3.23	2.26	

** $p<.01$, *** $p<.001$

비교과제의 경우 2세 유아의 비친숙한 과제와 친숙한 과제의 점수 간의 차이(t=-7.51, p<.001)가 4세 유아의 비친숙한 과제와 친숙한 과제의 점수 간의 차이(t=-4.46, p<.001)보다 더 크게 나타났다. 덧셈과제의 경우 2세 유아의 비친숙한 과제와 친숙한 과제의 점수 간의 차이(t=-6.66, p<.001)가 4세 유아의 비친숙한 과제와 친숙한 과제의 점수 간의 차이(t=-5.34, p<.001)보다 더 크게 나타났다. 뺄셈과제의 경우 2세 유아의 비친숙한 과제와 친숙한 과제의 점수 간의 차이(t=-8.20, p<.001)가 4세 유아의 비친숙한 과제와 친숙한 과제의 점수 간의 차이(t=-5.45, p<.001)보다 더 크게 나타났다. 곱셈과제의 경우 2세 유아의 비친숙한 과제와 친숙한 과제의 점수 간의 차이(t=-7.40, p<.001)가 4세 유아의 비친숙한 과제와 친숙한 과제의 점수 간의 차이(t=-5.10, p<.001)보다 더 크게 나타났다. 그러나 나눗셈과제의 경우 2세 유아의 비친숙한 과제와 친숙한 과제의 점수 간의 차이(t=-3.04, p<.001)가 4세 유아의 비친숙한 과제와 친숙한 과제의 점수 간의 차이보다 더 적게 나타났다(t=-7.47, p<.001). 나눗셈 과제를 제외한 모든 비상징적 연산과제에서 2세 유아의 비친숙한 과제와 친숙한 과제의 점수 간의 차이가 4세보다 크게 나타났다. 이는 연령이 낮을수록 과제의 지각적인 특성이나 과제의 상황이 문제해결력에 미치는 영향이 크다는 것을 의미한다. 또한 연령이 높아지면서 과제의 특성에 따른 인지 차이가 줄어드는 것으로 해석할 수 있다(김은영, 2008).

과제 친숙도	연산유형	연령	N	M	SD	t
비친숙 과제	비교	2세	43	2.79	1.57	-8.48^{***}
		4세	48	4.19	1.35	
	덧셈	2세	43	2.14	1.17	-7.42^{***}
		4세	48	3.40	1.09	
	뺄셈	2세	43	2.40	1.38	-3.67^{***}
		4세	48	3.79	1.04	
	곱셈	2세	43	2.12	1.30	-5.69^{***}
		4세	48	3.70	1.23	
	나눗셈	2세	43	.33	.81	-3.04^{**}
		4세	48	.81	1.45	
친숙 과제	비교	2세	43	5.25	1.14	-6.36^{***}
		4세	48	5.67	.75	
	덧셈	2세	43	3.88	1.06	-5.21^{***}
		4세	48	4.52	.97	
	뺄셈	2세	43	3.38	1.16	-2.65^{**}
		4세	48	4.38	1.06	
	곱셈	2세	43	3.60	1.20	-3.02^{**}
		4세	48	4.42	1.05	
	나눗셈	2세	43	1.21	1.82	-6.12^{***}
		4세	48	3.23	2.26	

** $p<.01$, *** $p<.001$

또한 비친숙한 비교과제에서 2세와 4세의 점수 차이($t=-8.48$, $p<.001$)

는 친숙한 과제에서 2세와 4세의 점수 차이(t=-6.36, p<.001)보다 더 크게 나타났다. 비친숙한 덧셈과제에서 2세와 4세의 점수 차이(t=-7.42, p<.001)는 친숙한 과제에서 2세와 4세의 점수 차이(t=-5.21, p<.001)보다 더 크게 나타났다. 비친숙한 뺄셈과제에서 2세와 4세의 점수 차이(t=-3.67, p<.001)는 친숙한 과제에서 2세와 4세의 점수 차이(t=-2.65, p<.001)보다 더 크게 나타났다. 비친숙한 곱셈과제에서 2세와 4세의 점수 차이(t=-5.69, p<.001)는 친숙한 과제에서 2세와 4세의 점수 차이(t=-3.02, p<.001)보다 더 크게 나타났다. 그러나 비친숙한 나눗셈과제에서 2세와 4세의 점수 차이(t=-3.04, p<.001)는 친숙한 과제에서 2세와 4세의 점수 차이(t=-6.12, p<.001)보다 더 적게 나타났다. 즉, 2세의 경우에 친숙한 과제를 제시하였을 때보다 비친숙한 과제를 제시하였을 때 상대적으로 점수가 더 크게 향상되기 때문에 친숙한 과제에서 2세와 4세의 점수 차가 비친숙한 과제에서의 점수 차보다 더 큰 것으로 나타났다. 그러나 나눗셈에서만 2세와 4세의 점수 차이가 친숙한 과제에서 더 크게 나타났다. 이는 과제의 친숙도와 무관하게 나눗셈 과제의 수행능력이 떨어지는 2세에 비해 4세는 과제가 친숙할수록 나눗셈 과제의 수행능력이 크게 높아지기 때문이다. 이는 3, 4세를 대상으로 한 비형식적 수 지식에 관한 연구에서 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 과제에서 3세와 4세 모두 나누기 과제에서의 점수가 가장 낮게 나타났다는 선행연구결과(이정욱, 안경숙, 김소향, 2001)와 일치하며, 다른 연산 개념에 비해 동등배분과 관련된 나눗셈 수행능력이 가장 늦게 발달한다고 해석할 수 있다.

3) 비상징적 연산유형 간의 관계

비교, 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 과제 수행에서 나타난 유아의 비상징적 연산능력 간에 어떤 관계를 보이는지 알아보기 위해서 각 연산유형 점수 간의 상관관계를 알아보면 <표Ⅴ-10>과 같이 모두 의미 있는 정적 상관관계를 보였다. 상관관계의 범위는 .27에서 .67을 보였다.

<표Ⅴ-10> 유아의 비상징적 연산유형 간의 상관관계

	비교	덧셈	뺄셈	곱셈	나눗셈
비교	1				
덧셈	$.67^{**}$	1			
뺄셈	$.57^{**}$	$.54^{**}$	1		
곱셈	$.50^{**}$	$.44^{**}$	$.54^{**}$	1	
나눗셈	$.40^{**}$	$.34^{**}$	$.27^{*}$	$.38^{**}$	1

* $p<.05$, ** $p<.01$

구체적으로 살펴보면 비교과제와 덧셈 과제 간의 상관계수는 .67, 비교과제와 뺄셈 과제 간의 상관계수는 .57, 비교 과제와 곱셈 과제 간의 상관계수는 .50, 비교과제와 나눗셈 과제 간의 상관계수는 .40으로 나타났다. 덧셈 과제와 뺄셈 과제 간의 상관계수는 .54, 덧셈 과제와 곱셈 과제 간의 상관계수는 .44, 덧셈 과제와 나눗셈 과제 간의 상관계수는 .34

로 나타났다. 뺄셈 과제와 곱셈 과제 간의 상관계수는 .54, 뺄셈 과제와 나눗셈 과제 간의 상관계수는 .27로 나타났다. 곱셈 과제와 나눗셈 과제 간의 상관계수는 .38로 모든 상관계수가 통계적으로 유의미한 수준으로 나타났다. 즉, 각 연산 유형의 수행 점수 간에는 서로 상관관계가 있었다.

비교 과제와 다른 연산 과제 간의 상관계수가 가장 높았는데, 이는 과제의 특성상 다른 연산과제에 수의 서열관계에 관한 과제가 포함되어 있기 때문이다. 또한 수의 서열관계에 대한 이해는 연산 과정을 이해하고 연산과제를 해결하는 것과 밀접한 관계가 있다는 선행연구결과(Sopian, 2007)와 연산에 대한 이해가 수의 서열관계에 대한 이해를 필요로 한다는 선행연구결과(Gelman et al., 1978; Siegel, 1974)와 일치한다. 이는 수의 서열관계에 대한 능력이 연산에 대한 능력보다 더 이른 시기에 발달한다고 해석할 수 있다. 또한 덧셈과 뺄셈과제 수행능력 간에 높은 상관관계가 나타났는데, 이는 덧셈과 뺄셈의 과정에 대한 이해가 동일하다는 선행연구결과(Sopian, 2007)를 지지하며, 연산의 과정에 대한 이해가 연산과제 수행능력에 영향을 준 것으로 해석할 수 있다.

Ⅵ. 결론 및 논의

이 연구는 어린 연령의 유아를 대상으로 비상징적 연산능력을 살펴본 선행연구가 거의 없다는 점에 주목하여 2, 4세 유아를 대상으로 비상징적 연산능력의 발달 양상을 살펴보고자 하였다. 또한 유아의 비상징적 연산능력에 영향을 줄 것으로 생각되는 과제 난이도와 과제 친숙도에 따라 유아의 비상징적 연산능력에 어떠한 차이가 있는지 규명하는 것을 목적으로 하였다. 이러한 연구목적을 위해 서울 동작구, 구로구, 관악구에 소재하는 어린이집 5곳에서 2, 4세 유아 91명을 연구대상으로 선정하였다. 연구문제에 따라 연구자는 유아의 비상징적 연산과제의 수행 능력을 측정하였다. 수집된 자료의 분석 결과를 토대로 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다.

첫째, 2, 4세 유아는 상징적인 수 학습 이전에 큰 수 범위의 비상징적 연산과제를 수행할 수 있다. 이는 상징적인 수 학습 이전에도 수에 대한 능력을 보유하고 있음을 의미한다. 수에 대한 능력이 학령 전기 후반에 나타나며, 약 7, 8세가 되어야 기초 연산에 대한 개념적 이해를 할 수 있다는 Piaget(1965)의 주장과 차이가 있으며 Piaget의 과제가 전조작기 유아의 연산지식을 매우 과소평가 하고 있다는 신 Piaget학파의 주장을 지지하는 것이다.

둘째, 비상징적 연산과제에서 유아의 비상징적 연산능력은 연령에 따라 다르다. 4세 유아는 2세 유아보다 비상징적 연산능력이 상대적으로 높다. 이는 개별 수에 기초한 연산능력이 2세 6개월경에 나타나 학령기까지 발달을 지속한다는 연구결과(Jordan et al., 1994)와 같은 맥락에서 이해할 수 있다.

셋째, 비상징적 연산과제에서 유아의 비상징적 연산능력은 연산유형에 따라 다르다. 이 연구에서 2, 4세 유아는 다섯가지 연산유형에서 비교과제를 가장 잘 수행하였으며, 다음으로 덧셈과제, 뺄셈과제, 곱셈과제를 유사하게 수행하였으며, 나눗셈 과제를 가장 잘 수행하지 못했다. 수의 서열관계에 대한 이해가 연산에 대한 이해보다 더 이른 연령에 나타나며 이후의 발달에도 영향을 주었음을 알 수 있다. 또한 이 연구의 대상이 되는 유아는 수와 관련된 활동에 상대적으로 적게 참여한 연령이므로 특정 연산유형에만 친숙해 있을 가능성이 낮다고 생각해볼 수 있다. 이러한 연구결과는 연산유형의 친숙도에 따라 연산과제 수행능력에 차이가 있다는 선행연구(Barrouillet et al, 2008)와 같은 맥락에서 이해할 수 있다. 특히 이 연구에서의 과제가 선천적인 수 표상능력을 바탕으로 하고 있으므로 학령기 이후에 나타나는 학습을 통한 상징적인 연산유형에 따른 능력과는 차이가 있을 수 있다. 따라서 비상징적 연산능력의 경우 연산유형별 순차적인 학습방법과 다르게 동시적 학습이 가능하다고 볼 수 있다.

넷째, 비상징적 연산과제에서 유아의 비상징적 연산능력은 큰 수 표상능력에서 보이는 비율제한 특징을 나타낸다. 2세와 4세 모두 두 수의 비율이 1:2인 문제를 가장 잘 수행하였으며, 다음으로 비율이 2:3인 문제를, 그 다음으로 4:5인 문제 순으로 수행하였다. 이는 비상징적 연산능력에서 과제수행의 정확도가 비율제한 특징을 나타낸다고 한 선행연구(Barth et al., 2004; Barth et al., 2008)를 지지한다. 이는 유아가 작은 수 표상체계와 다른 기제로 작동하는 큰 수 표상체계를 가지고 있다는 것을 의미한다. 또한 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 과제에서 나타나는 비율제한 특징은 유아가 선천적으로 가지고 있는 큰 수 범위의 표상능력이 연산기제에 반영될 수 있다는 것을 의미한다. 뿐만 아니라 유아가 선천적

으로 가지고 있는 수 감각이 형식적인 수학 학습이 이루어진 후에 나타나는 상징적인 수 능력으로 연결될 수 있다는 것을 의미한다. 유아는 비상징적 연산과제 수행 시 비율제한 특징을 보이기 때문에 유아가 가지고 있는 수 능력에 적합한 수준의 난이도로 수 교육을 제공하는 것이 필요하다.

다섯째, 비상징적 연산과제에서 유아의 비상징적 연산능력은 과제 친숙도에 따라 다르다. 2세와 4세 유아는 비상징적 연산과제에서 비친숙한 과제를 수행했을 때보다 친숙한 과제를 더 잘 수행하였다. 이는 유아가 수와 관련된 정보를 처리할 때 과제의 상황이나 제시된 자극의 친숙도에 의해 영향을 받는다는 사실을 의미한다. 또한 4세 유아보다 2세 유아가 과제 친숙도의 영향을 더 많이 받았다. 연령이 낮은 유아일수록 과제 수행에 있어서 과제의 상황이나 자료의 특성에 더 큰 영향을 받는다는 것이다. 연령이 낮을수록 과제에 집중하는 시간이 짧으므로 유아의 집중력을 높일 수 있는 친숙한 과제의 제시가 유아의 수행력에 더 큰 영향을 준 것으로 해석할 수 있을 것이다. 또한 유아기에는 과제를 수행할 때 유아가 가지고 있는 능력(ability)이 적절히 발현될 수 있도록 하는 것이 중요한데, 이 연구에서는 친숙한 과제를 제시하여 유아가 가지고 있는 수에 대한 민감성이 표출된 것으로 볼 수 있다. 따라서 유아에게 수 교육을 시행할 때 수에 대한 유아의 잠재능력이 충분히 발현될 수 있도록 친숙한 과제를 활용하는 것이 필요하다.

여섯째, 비상징적 연산유형 간에 유의한 상관관계가 있다. 특히 비교과제 수행능력과 다른 연산과제 수행능력과의 상관관계가 가장 높다. 이는 다른 연산과제가 서열관계에 대한 이해를 포함하고 있기 때문이다. 뿐만 아니라 수의 서열관계에 대한 이해는 연산 과정을 이해하고 연산과제를 해결하는 것과 밀접한 관계가 있다. 또한 덧셈과제 수행능력과 뺄

셈과제 수행능력 간에 높은 상관관계가 나타났는데, 이는 수의 관계를 이해하는 방법에 있어서 덧셈과 뺄셈 관계가 연결되어 있으며 수의 관계를 개념화하는데 있어서 덧셈과 뺄셈이 유사하다는 선행연구결과(Sopian, 2007)을 지지하는 것이다.

그러나 위와 같은 결론을 일반화하는 데는 제한점을 고려해야 한다. 유아의 수 표상을 다룬 선행연구들이 유아의 수 표상 능력에 관한 실험에서 영아와 유아의 수의 판단에 영향을 미칠 수 있는 연속변수들을 고려해야 한다고 했다(Clearfield et al., 1999; Feigenson, Carey, & Hauser, 2002). 이에 따라 많은 연구에서 유아의 수의 판단에 영향을 미칠 수 있는 윤곽길이, 밀도, 전체 면적 등의 연속변수에 대해 연구(Barth et al., 2006)가 필요하다. 이 연구에서는 개별 수에 기초한 연산능력이 2세 6개월경에 나타나며 연령이 높아질수록 연속변수가 아닌 개별 수에 기초하여 수를 판단한다는 선행연구결과(Mix et al., 2002)를 토대로 윤곽길이와 점의 크기 이외의 다른 연속변수에 대해 고려하지 않았다는 데 제한점이 있다. 후속연구에서는 유아의 비상징적 연산능력에 영향을 줄 수 있는 연속변수에 대한 연구를 함께 살펴볼 필요가 있다.

이 연구에서는 과제의 친숙도에 따른 비상징적 연산능력의 차이를 살펴보고자 두 가지 과제유형 조건, 즉 비친숙한 그림의 자료와 친숙한 그림의 자료를 이용하였다. 그런데 과제 친숙도에 제시된 그림의 친숙도와 내용의 친숙도가 결합되어 있어 과제 친숙도에 따른 비상징적 연산능력의 차이를 해석하는데 한계가 있다. 후속 연구에서는 제시된 그림의 친숙도와 내용의 친숙도의 독립된 효과를 확인해 볼 필요가 있다.

이러한 제한점에도 불구하고 이 연구는 다음과 같은 의의를 지닌다. 첫째, 유아의 비상징적 연산능력에 관한 기존의 연구가 대부분 5세 유아를 대상으로 이루어진 것과는 달리 이 연구에서는 2, 4세 유아의 비상징

적 연산능력에 대해 살펴보았다. 따라서 선행연구에서 밝히지 못했던 초기 유아기의 비상징적 연산능력의 발달 양상을 연산유형별로 밝힐 수 있었다는데 의의가 있다. 또한 비상징적 나눗셈 과제에서 2세 유아의 대부분이 과제의 친숙도와 관계없이 과제를 수행하지 못했는데, 4세 유아의 경우 나눗셈 과제를 수행 할 수 있었다는 점은 나눗셈 개념에 대한 이해가 2세와 4세 사이에 발달이 이루어짐을 확인할 수 있었다.

둘째, 연산유형의 일부만을 살펴본 선행연구와는 달리 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 사칙연산을 모두 살펴보았다는 점에서 의의가 있다. 특히 곱셈과 나눗셈에 관해서는 주로 학령기에 형식적인 수학학습 경험이 있는 아동을 대상으로 연구가 진행되었고 유아를 대상으로 한 비상징적 곱셈과 나눗셈에 관한 연구는 거의 수행되지 않았다. 그럼에도 불구하고 유아에게 비상징적 곱셈과 나눗셈에 관한 능력이 있다는 것을 밝혔다는 점에서 의의가 있다.

셋째, 이 연구에서는 과제의 친숙도가 다른 두 가지 과제유형 조건에서 유아의 비상징적 연산능력을 살펴보았다. 그 결과 유아들은 전반적으로 비친숙한 과제보다 친숙한 과제에서 비상징적 연산능력이 높았다. 이것은 친숙한 자료가 유아의 과제수행을 용이하게 한다는 선행연구 결과와 일치한다. 따라서 이 연구결과는 교육현장에서 유아수학교육 관련 교구교재 개발과 프로그램을 만드는데 기초 자료로 활용될 수 있다.

넷째, 이 연구는 유아의 추정적인 수 표상 능력이 연산기제 개입된다는 강력한 증거를 제공한다. 형식적인 수학교육을 받지 않은 2, 4세 유아가 연산과제를 수행하기 위해 수 표상 능력을 이용한다는 것은 유아기의 수 표상 능력이 학령기 이후에 이루어지는 수학적 사고의 발달에 중요한 역할을 한다는 것이다. 따라서 학령기 아동의 수학능력의 발달을 위해 유아수학교육기관에서 유아가 가지고 있는 수 표상 능력을 활용할 수 있

는 수학 프로그램을 제공하는 것이 바람직하다.

요약하면, 이 연구는 2, 4세 유아를 대상으로 비상징적 연산능력을 밝혔으므로 유아수학교육 프로그램을 만드는 기초자료로 제공될 수 있다. 유아의 수 개념은 생애초기부터 발달되며 유아기의 경험이 이후의 수학적 사고의 발달을 위한 근원이 되기 때문에 수 개념을 살펴보는 것은 실제 수학교육에서 중요한 출발점이 된다. 특히 형식적 교육을 받기 전에 유아가 가지고 있는 비상징적인 수 표상 능력을 살펴보고 이러한 능력이 발달될 수 있도록 도와주는 것은 중요한 교육적 과제가 될 수 있다. 또한 유아의 능력이 발현될 수 있도록 과제를 구성하면, Piaget가 주장하는 시기보다 더 이른 시기에 수학교육을 할 수 있다는 점에서 이 연구의 의의를 찾을 수 있다.

참 고 문 헌

김은영(2008). 4, 6, 8세 아동의 액체보존개념의 발달. 서울대학교 석사학위논문

나귀옥(2002). 취학 전 유아의 수 및 연산의 기초개념에 관한 연구. *미래유아교육학회, 9(1)*, 24-29.

박선미 · 이현진 · 김혜리 · 양혜영 · 변은희 · 김경아 · 김영숙(2005). 한국 아동의 물리, 심리, 생물 지식의 발달(Ⅰ). *한국심리학회지*, *24(1)*, 23-47.

이정욱 · 안경숙 · 김소향(2001). 3세와 4세 유아의 비형식적 수지식에 대한 연구. *한국유아교육학회, 21(1),* 251-267.

정옥분(2010). 반복측정 변량분석. *아동연구와 통계방법*(231-249). 서울: 학지사.

Antell, S. E., & Keating, D. P.(1983). Perception of numerical invariance in neonates. *Child Depression, 54,* 695-701.

Baroody, A. J.(1987). *Children's mathematical thinking.* New York: Teacher College Press.

_______________(1999). Children's relational knowledge of addition and subtraction. *Cognition and Instruction, 17,* 137-175.

Barrouillet, P., Mignon, M., & Thevenot, C.(2008). Strategies in subtraction problem solving in children. *Journal of Experimental Child Psychology, 99(4),* 233-251.

Barth, H., Beckmann, L., & Spelke, E. S.(2008). Nonsymbolic, approximate arithmetic in children: Abstract addition prior to instruction. *Developmental Psychology, 44(5),* 1466-1477.

__________, Kanwisher, N., & Spelke, E. S. (2003). The construction of large number representation in adults. *Cognition. 86,* 201-221.

__________, La Mont, K., Lipton, J., & Spelke, E.(2005). Abstract number and arithmetic in preschool children. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 102,* 14116-14121.

______________________________, Dehaene, S., Kanwisher, N., & Spelke, E.(2006). Non-symbolic arithmetic in adults and young children. *Cognition, 98,* 199-222.

Brannon, E., Abbott, S., & Lutz, D.(2004). Number bias for the discrimination of large visual sets in infancy. *Cognition, 93,* B59-B68.

Bullock, M., & Gelman, R.(1977). Numerical reasoning in young children: The ordering principle. *Child Development, 48,* 427-434.

Butterworth, B.(1999). *The mathematical brain.* New York: Macmillan.

Canobi, K.(2005). Children's profiles of addition and subtraction understanding. *Journal of Experimental Child Psychology, 92,* 220-246.

Carey, S.(1985a). *Conceptual change in childhood.* Cambridge, MA: MIT Press.

_________(2001). Cognitive foundations of arithmetic: Evolution and ontogenesis. *Mind & Language, 16,* 37-55.

_________(2004). Bootstrapping and the origins of concepts. *Daedalus,* 59-68.

__________, & Klatt, L.(1999). What representations might underlie infant numerical knowledge? *Cognitive Development, 14(1)*, 1-36.

Case, R., Kurland, D. M., & Goldberg, J.(1982). Operational efficiency and the growth of short-term memory span. *Journal of Experimental Child Psychology, 33(3)*, 386-404.

Clearfield, M. W., & Mix, K. S.(1999). Number versus contour length in infant's discrimination of small visual sets. *Psychological Science, 10*, 408-411.

Cooper, R. G., Jr.(1984). Early number development: Discovering number space with addition and subtraction. In C. Sopian(Ed.), *Origins of cognitive skills*: The eighteenth annual Carnegie simposium on cognition. Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Cordes, S., Gelman, R., Gallistel, C. R., & Whalen, J.(2001) Variability signatures distinguish verbal from nonverbal counting for both large and small numbers. *Psychonomic Bulletin and Review, 8,* 698-707.

Crollen, V., Castronovo, J., & Seron, X.(2011). Under- and over-estimation. *Experimental Psychology, 58(1)*, 39-49.

Davydov, V. V.(1975b). *Children's capacity for learning mathematics. Soviet studies in the psychology of learning and teaching mathematics.* Chicago: University of Chicago Press.

Dehaene, S.(1997) *The number sense*: How the mind creates mathematics. Oxford University Press.

___________, Dehaene-Lambertz, G. D., & Cohen, L.(1998). Abstract representation of numbers in the human and animal brain. *Trends in Neurosciences, 21,* 355-361.

____________, Dupoux, E., & Mehler, J.(1990). Is numerical comparison digital? Analogical and symbolic effects in two-digit number comparison. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 16,* 626-641.

Feigenson, L., Carey, S., & Hauser, M.(2002). The Representations underlying infants' choice of more: Object files versus analog magnitudes. *Psychological Science, 13(2)*, 150-156.

____________ , Dehaene, S., & Spelke, E. S.(2004). Core systems of number. *Cognitive Science, 8(7),* 307-314.

____________ , & Spelke, E.(1998). *Numerical knowledge in infancy: The number/mass distinction.* Poster presented at the meetings of the International Conference on Infant Studies, Atlanta, Georgia.

Flavell, J. H.(1986). The development of children's knowledge about the appearance-reality distinction. *American Psychologist, 41*, 418-425.

____________, Flavell, E. R., & Green, F. L.(1989). Young children's ability to differentiate appearance-reality and level 2 perspectives in the tactile modality. *Child Development, 60*, 210-213.

Gallistel, C. R., & Gelman, R.(1992). Preverbal and verbal counting and computation. *Cognition, 44*, 43-74.

________________________(2000). Non-verbal numerical cognition: From reals to integers. *Trends in Cognitive sciences, 4*, 59-65.

Geary, D. C.(1994). *Children's mathematical development: Research and practical applications*. Washington, DC: American Psychological Association.

Gelman, R.(1991). Epigenetic foundations of knowledge structure: Initial and transcendent constructions. In S. Carey & R. Gelman(Eds.), *The epigenesis of mind: Essays on biology and cognition*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

___________(2000). Domain specificity and variability in cognitive development. *Child Development, 71*, 854-856.

___________, & Gallistel, C. R.(1978). *The child's understanding of number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Ginsburg, H. P.(1982). The development of addition in the contexts of culture, social class, and race. In T. P. Carpenter, J. M. Moser, & T. A. Romberg(Eds.), *Addition and subtraction; A cognitive perspective*(pp. 191-210). Hillsdale. NJ: Erlbaum.

______________ & Golbeck, S. L.(2004) Thoughts on the future of research on mathematics and science learning and education. *Early Childhood Research Quarterly, 19,* 190-200.

Hauser, M. D., & Spelke, E. S. (2004). Evolutionary and developmental foundation of human knowledge: A case study of mathematics. In M. Gazzaniga(Ed.), *The cognitive neuroscience.* Cambridge, MA: MIT Press.

Hurewitz, F., Gelman, R., & Schnitzer, B.(2006). Sometimes area counts more than number. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 103(51),* 19599-19604.

Izard, V., & Dehaena, S.(2008). Calibrating the mental number line. *Cognition, 106,* 1221-1247.

Jordan, N.C., Huttenlocher, J., & Levine, S. C. (1994) Assessing early arithmetic abilities: Effects of verbal and nonverbal response types on the calculation performance of middle-and low-income children. *Learning and Individual Differences, 6,* 413-432.

Lipton, J. S., & Spelke, E. S.(2003). Origins number sense: large number discrimination in human infants. *Psychological Science. 15,* 396-401.

________________________________(2004). Discrimination of large and small numerosities by human infants. *Infancy, 5(3),* 271-290.

Mackey, A., Kanganas, A. P., & Oliver, R.(2007). Task familiarity and interactional feedback in child ESL Classrooms, *TESOL Quarterly, 41(2),* 285-312.

McCrink, K., Dehaene, S.,& Dehaene-Lambertz, G. D.(2007). Moving along the number line: Operational momentum in nonsymbolic arithmetic. *Perception & Psychophysics, 69(8),* 1324-1333.

McGarrigle, J. Donaldson, M.(1974). Conservation accidents. *Cognition, 3,* 341-350.

Meck, W. H., & Church, R. M.(1983). A mode control model of counting and timing processes. *Journal of Experimental Psychology: Animal and Behavior Processes, 9(3),* 320-334.

Mehler, J., Bever, T. G.(1967). Cognitive capacity of very young children. *Science. 158(3797),* 141-142.

Mix, K. S., Huttenlocher, J., & Levine, S. C.(1996). Do preschool children recognize auditory-visual numerical correspondences? *Child Development, 67,* 1592-1608.

________________________(2002). *Quantitative development in infancy and early childhood.* New York: Oxford University Press.

Mussen, P.(1983). *Handbook of Child Psychology 4th Edition, 3.* NY: Wiley.

Nelson, K., & Gruendel, J.(1981). Generalized event representation; Basic building blocks of cognitive development, in M. E Lamb & A. L. Brown(Eds). *Advances in developmental psychology.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Nicolls, J. G., Miller, A. T.(1983). The Differentiation of the concepts of difficulty and ability. *Child Development, 54(4)*, 951-959.

O'Connell. B. G., & Gerard, A. B.(1985). Script and script: The development of sequential understanding. *Child Development, 56,* 671-681.

Piaget, J.(1965). *The child's conception of number.* New York: Norton.

________(1985). *The equilibration of cognitive structures*, trans. T. Brown and K. J. Thampy. Chicago: University of Chicago Press.

Price, C. G.(1989). Mathematics in early childhood. *Young Children, 44(4),* 53-58.

Robinson, P.(2001a). Task Complexity, task difficulty, and task production: Exploring interactions in a componential framework. *Applied Linguistics, 22(1)*, 27-57.

Schneider, W. & Shiffrin, R. M.(1977). Controlled and automatic human information processing I. Detection, search, and attention. *Psychological Review, 84(1)*, 1-66.

Scholl, B. J.(2001). Objects and attention: the state of the art. *Cognition, 80,* 1-46.

Shinskey, J. L., Chan, C. H., Colman, R., Moxom, L., & Yamamoto, E.(2009). Preschoolers' nonsymbolic arithmetic with large sets: Is addition more accurate than subtraction? *Journal of Experimental Child Psychology, 103,* 409-420.

Shipley, E. F., & Shepperson, B.(1990). Countable entities: Developmental changes. *Cognition, 34*, 109-136.

Siegler, R. S.(1991). *Children's thinking*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Sophian, C. (2007). *The origins of mathematical knowledge in childhood.* New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Spelke. E. S.(2000). Core knowledge. *American Psychologist, 55,* 1233-1243.

______________ & Tsivkin, S.(2001). Language and number: A bilingual training study. *Cognition, 78*, 45-88.

Starkey, P.(1992). The early development of numerical reasoning. *Cognition, 43*, 93-126.

___________ & Cooper, R. G., Jr.(1980). Perception of numbers by human infants. *Science, 210*, 1033-1035.

____________ , Spelke, E. S., & Gelman, R.(1990). Numerical abstraction by human infants. *Cognition, 36*, 97-127.

Strauss, M. S., & Curtis, L. E.(1981). Infant perception of numerosity. *Child Development, 52*, 1146-1152.

______________________________(1984). Development of numerical concepts in infancy. In C. Sopian(Ed.), *Origins of cognitive skills.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Trick, L., & Pylyshyn, Z.(1994). Why are small and large numbers enumerated differently? A limited-capacity preattentive stage in vision. *Psychological Review, 101,* 80-102.

Vilette, B.(2002). Do young children grasp the inverse relationship principle between addition and subtraction? Evidence against early arithmetic. *Cognitive Development, 17,* 1365-1383.

Wellman, H. M. & Gelman, S. A.(1992). Cognitive development: foundational theories of core domains. *Annual Review of Psychology, 43,* 337-375.

Wood, J. N., & Spelke, E. S.(2005). Infants' enumeration of actions: numerical discrimination and its signature limits. *Developmental Science,* 173-181.

Wynn, K.(1992a) Addition and subtraction by human infants. *Nature, 358.* 749-750.

_________(1992b) Children's acquisition of the number words and the counting system. *Cognitive Psychology, 24*, 220-251.

Xu, F.(2003). Numerosity discrimination in infants: Evidence for two systems of representations. *Cognition, 89*, B15-B25.

______ & Spelke, E. S.(2000). Large number discrimination in 6-month old infants. *Cognition 74,* B1-B11.

______________________________ , & Goddard, S.(2005). Number sense in human infants. *Developmental Science, 8(1),* 88-101.

부 록

<부록1> 연산유형별 연령에 따른 비상징적 연산능력

범주구분	연령		t
	2세(N=43)	4세(N=48)	
	M(SD)	M(SD)	
비상징적 연산능력	25.65(7.25)	39.52(7.00)	-9.28***
비교	6.98(2.66)	10.92(1.82)	-8.16***
덧셈	5.53(1.89)	8.40(1.85)	-7.28***
뺄셈	6.19(2.17)	7.75(1.83)	-3.73***
곱셈	5.81(2.10)	8.02(1.96)	-5.19***
나눗셈	1.14(2.10)	4.44(3.65)	-5.34***

p<.001

<부록2> 연산유형별 성별에 따른 비상징적 연산능력

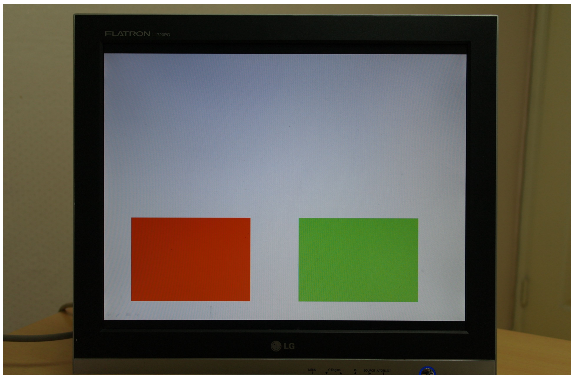
범주구분	성별		t
	남자(N=47)	여자(N=44)	
	M(SD)	M(SD)	
비상징적 연산능력	34.47(9.25)	31.36(10.48)	1.50
비교	9.43(2.67)	8.66(3.28)	1.23
덧셈	7.13(2.26)	6.95(2.47)	.35
뺄셈	7.38(1.84)	6.61(2.37)	1.74
곱셈	7.31(2.10)	6.61(2.47)	1.47
나눗셈	3.21(3.37)	2.52(3.50)	.96

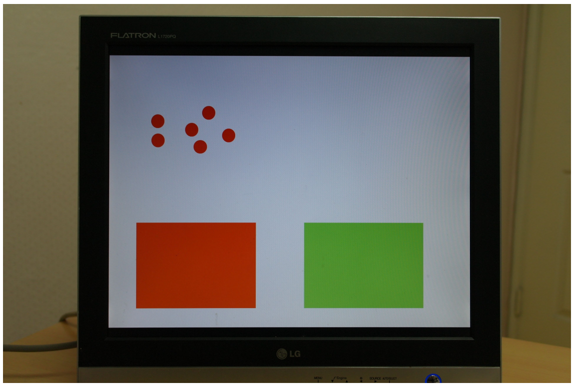
<부록3> 연산유형에 따른 비상징적 연산능력

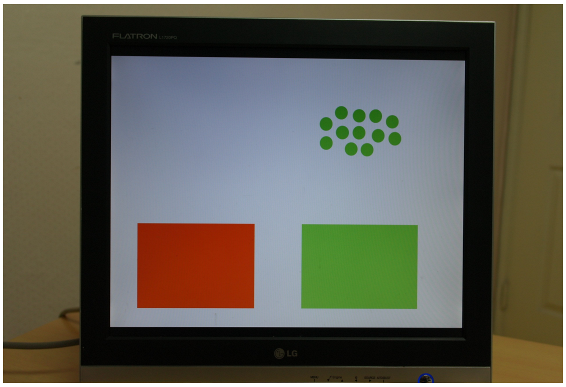
연산유형	제곱합	자유도	평균제곱	F	
비교					a
덧셈					b
뺄셈	1854.62	3.12	595.42	113.16^{***}	b
곱셈					b
나눗셈					c

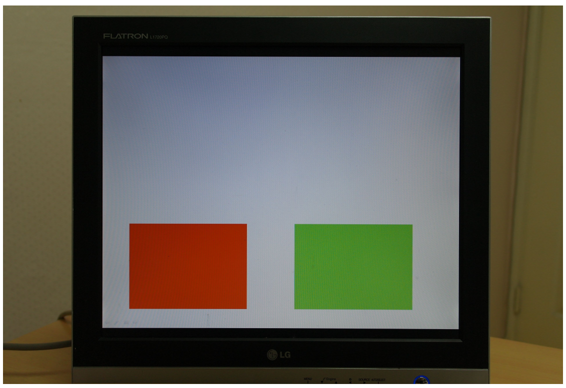
$p<.001$

<부록4> 비친숙한 과제 사진

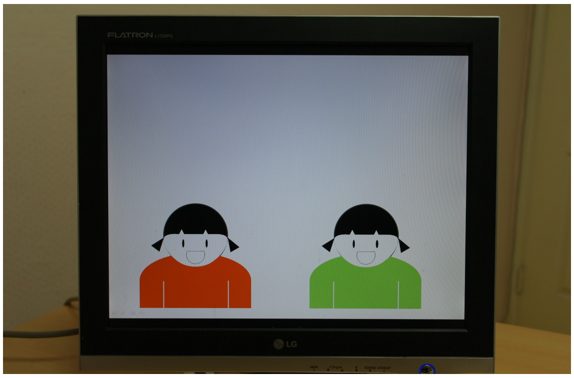


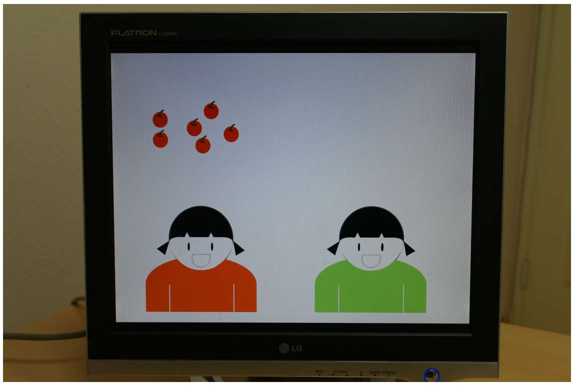


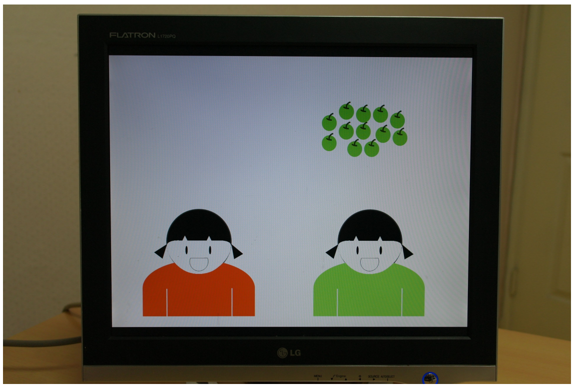




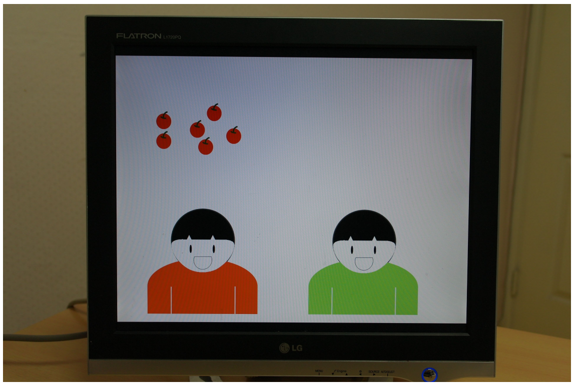
<부록5-1> 친숙한 과제 사진(여아용)

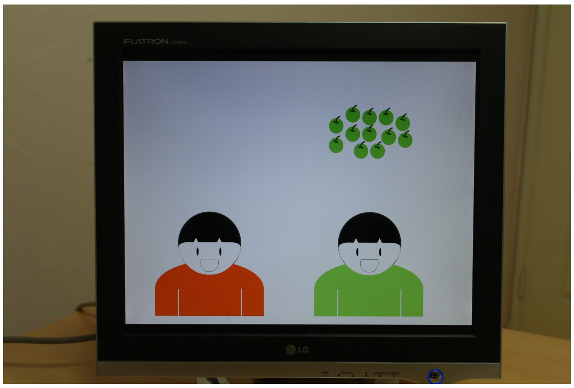


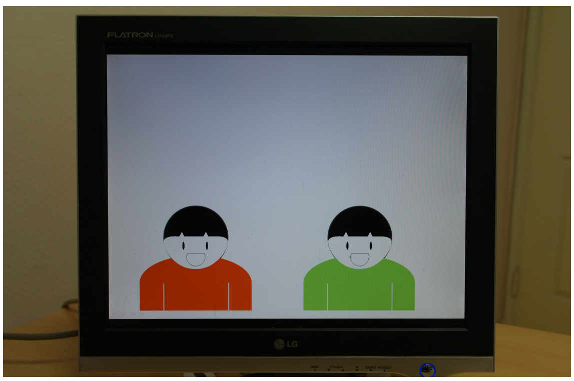




<부록5-2> 친숙한 과제 사진(남아용)







<부록6> 일반적 특성 설문지

<일반적 특성 설문지>

유아의 인지 발달 연구에 동의해 주셔서 진심으로 감사드립니다. 다음은 연구대상 유아의 일반적 특징을 알기 위한 내용입니다. 각 문항을 읽고 **해당하는 곳에 v 표** 해주세요.

1. 귀하의 자녀는 형제 순위가 어떻게 되나요?

① 첫째 ② 둘째 ③ 셋째 이상

2. 귀하의 자녀 형제 수는 어떻게 되나요?

① 외동 ② 1명 ③ 2명 이상

3. 귀하의 자녀 어린이집 재원 기간은 얼마나 되나요?

① 1개월 미만 ② 1개월 이상 ~6개월 미만 ③ 6개월 이상 ~ 1년 미만 ④ 1년 이상

4. 귀하의 자녀가 수학과 관련된 학습지 경험이 있습니까?
(예: 씽크빅, 눈높이, 빨간펜, 구몬 등)

① 있다(4-1번으로) ② 없다(5번 문항으로)

4-1. 귀하의 자녀가 학습지 경험이 있다면 그 기간은 얼마입니까?

① 1개월 미만 ② 1개월 이상 ~ 3개월 미만
③ 3개월 이상 ~6개월 미만 ④ 6개월 이상

5. 자녀의 부모님의 학력에 대한 질문입니다. 해당되는 번호를 ( )안에 적어주세요.
5-1. 아버지의 학력은 어떻게 되나요? ( )
5-2. 어머니의 학력은 어떻게 되나요? ( )

① 고졸 이하 ② 전문대졸 ③ 대졸 ④ 대학원졸 이상

6. 자녀의 부모님의 직업에 대한 질문입니다. 해당되는 번호를 ( )안에 적어주세요.
6-1. 아버지의 직업은 무엇입니까? ( )
6-2. 어머니의 직업은 무엇입니까? ( )

① 전문기술직 ② 사무관리직 ③ 판매서비스직
④ 생산노동직 ⑤ 주부 ⑥ 기타 ( )

7. 귀하의 월 평균 가정 소득 수준은 어느 정도입니까?

① 200만원 미만 ② 200만원 이상~300만원 미만 ③ 300만원 이상~400만원 미만
④ 400만원 이상~500만원 미만 ⑤ 500만원 이상

<부록7> 응답 기록지

날짜: 2012년 월 일

이름	______과제																									
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		합계	
	비친숙	친숙																								

Abstract

2- and 4-year-old children's nonsymbolic arithmetic capability according to task difficulty and task familiarity

Cho, Woo Mi
Dept. of Child Development & Family Studies
Graduate School
Seoul National University

The purpose of this study were to (1) investigate young children's nonsymbolic arithmetic according to their age, task difficulty, and task familiarity, (2) investigate the relationships among nonsymbolic arithmetic types.

The participants in this study were 43 2-year-old children and 48 4-year-old children recruited from 5 childcare centers located in Seoul, Korea. Each child was asked to perform the nonsymbolic arithmetic task composed of unfamiliar and familiar task. All tasks were composed of comparison, addition, subtraction, multiplication, division tasks. Also, each arithmetic task varied with the ratio of

the two quantities; low level(1:2), middle level(2:3), high level(4:5). Statistical methods used for data analysis were means, standard deviations, t-test, paired t-test, repeated measures ANOVA, two-way ANOVA, Pearson's correlations.

Major findings were follows:

1. 2 & 4-year-old children can perform a large numerical range of nonsymbolic arithmetic tasks without learning experiences. It means that children have numerical capacity prior to symbolic mathematics instruction.
2. There was a significant difference in children's nonsymbolic arithmetic ability according to their age. 4-year-old children performed nonsymbolic arithmetic tasks better than 2-year-old children did.
3. There was a significant difference in children's nonsymbolic arithmetic ability according to arithmetic types. 2 & 4-year-old children completed higher level of tasks in comparison than the other types of arithmetic tasks. Children conducted tasks similarly in addition, subtraction, multiplication tasks, but they performed poorly on division tasks than the other.
4. Children's performance on nonsymbolic arithmetic tasks showed the ratio signature of large approximate numerical representation. This result means that large approximate numerical representation can be used in arithmetical manipulations.
5. 2 & 4-year-old children performed familiar tasks better than unfamiliar tasks in nonsymbolic arithmetic tasks. It means that

children were influenced by task condition or stimulus familiarity when they processed numerical information. Also, the younger children were, the more they were influenced by task familiarity in task performance.
6. There was positively related among nonsymbolic arithmetic types.

keywords : nonsymbolic arithmetic ability,
development of numerical representation ability,
task difficulty, task familiarity
Student Number : *2010-21620*